

Rec'd PET/PTO 15 JUL 2004

PCT/JP03/16023

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

15.12.03
107501658

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 1 0 月 1 5 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 3 5 4 8 6 3
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 3 5 4 8 6 3]

出 願 人 松 下 冷 機 株 式 会 社
Applicant(s):

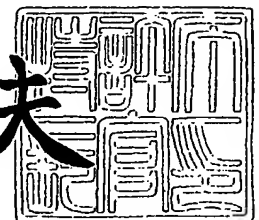
RECEIVED	
06 FEB 2004	
WIPO	PCT

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 1 月 2 3 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 1 1 2 6 6 9

【書類名】 特許願
【整理番号】 2921550030
【提出日】 平成15年10月15日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 F04B 39/00
【発明者】
 【住所又は居所】 滋賀県草津市野路東二丁目3番1-2号 松下冷機株式会社内
 【氏名】 川端 淳太
【発明者】
 【住所又は居所】 滋賀県草津市野路東二丁目3番1-2号 松下冷機株式会社内
 【氏名】 明石 浩業
【発明者】
 【住所又は居所】 滋賀県草津市野路東二丁目3番1-2号 松下冷機株式会社内
 【氏名】 長尾 崇秀
【発明者】
 【住所又は居所】 滋賀県草津市野路東二丁目3番1-2号 松下冷機株式会社内
 【氏名】 小島 健
【発明者】
 【住所又は居所】 滋賀県草津市野路東二丁目3番1-2号 松下冷機株式会社内
 【氏名】 窪田 昭彦
【発明者】
 【住所又は居所】 滋賀県草津市野路東二丁目3番1-2号 松下冷機株式会社内
 【氏名】 片山 誠
【発明者】
 【住所又は居所】 滋賀県草津市野路東二丁目3番1-2号 松下冷機株式会社内
 【氏名】 垣内 隆志
【発明者】
 【住所又は居所】 滋賀県草津市野路東二丁目3番1-2号 松下冷機株式会社内
 【氏名】 坪井 康祐
【特許出願人】
 【識別番号】 000004488
 【氏名又は名称】 松下冷機株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100097445
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 岩橋 文雄
【選任した代理人】
 【識別番号】 100103355
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 坂口 智康
【選任した代理人】
 【識別番号】 100109667
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 内藤 浩樹
【先の出願に基づく優先権主張】
 【出願番号】 特願2002-363466
 【出願日】 平成14年12月16日
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 011291
 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】	特許請求の範囲	1
【物件名】	明細書	1
【物件名】	図面	1
【物件名】	要約書	1
【包括委任状番号】	9810113	

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

密閉容器内に収容され冷媒ガスを圧縮する圧縮機構と、前記密閉容器内に溜められるオイルと、前記圧縮機構を構成する金属材料からなる摺動部品とを備えるとともに、二硫化モリブデン (MoS_2) を固着させた混合層を前記摺動部品の摺動面に形成した冷媒圧縮機。

【請求項 2】

二硫化モリブデン (MoS_2) の純度が 98% 以上である請求項 1 に記載の冷媒圧縮機。

【請求項 3】

混合層の摺動部表面に微細くほみをほぼ均一に形成した請求項 1 または 2 に記載の冷媒圧縮機。

【請求項 4】

微細くほみは表面形状が球形で、かつ直径を $2\mu\text{m} \sim 50\mu\text{m}$ 、深さを $0.2\mu\text{m} \sim 10\mu\text{m}$ の大きさにした請求項 3 に記載の冷媒圧縮機。

【請求項 5】

往復式の圧縮機構を有し、摺動部品がピストンもしくはボアーの少なくともいずれかひとつである請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の冷媒圧縮機。

【請求項 6】

往復式の圧縮機構を有し、摺動部品がクランクシャフトの主軸部もしくは軸受け部の少なくともいずれかひとつである請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の冷媒圧縮機。

【請求項 7】

往復式の圧縮機構を有し、摺動部品がコンロッドもしくはピストンピンの少なくともいずれかひとつである請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の冷媒圧縮機。

【請求項 8】

往復式の圧縮機構を有し、摺動部品がスラスト部、スラストワッシャもしくはクランクシャフトのスラスト面の少なくともいずれかひとつである請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の冷媒圧縮機。

【請求項 9】

ローリングピストン式の圧縮機構を有し、摺動部品がローリングピストンもしくはベーンの少なくともいずれかひとつである請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の冷媒圧縮機。

【請求項 10】

ローリングピストン式の圧縮機構を有し、摺動部品がシャフト、主軸受、副軸受の少なくともいずれかひとつである請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の冷媒圧縮機。

【請求項 11】

オイルは VG10 未満 VG1 以上の粘度とした請求項 1 から 10 のいずれか一項に記載の冷媒圧縮機

【請求項 12】

冷媒ガスが R600a、R290 のいずれかひとつ、またはこれらの混合物でオイルがアルキルベンゼン、鉱油、エステル、ポリビニルエーテル、ポリアルキレングリコールのいずれかひとつ、またはこれらの混合物である請求項 1 から 11 のいずれか一項に記載の冷媒圧縮機。

【書類名】明細書

【発明の名称】冷媒圧縮機

【技術分野】

【0001】

本発明は、冷蔵庫、エアコンディショナー等に使用される冷媒圧縮機に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、地球環境保護の観点から化石燃料の使用を少なくする高効率の圧縮機の開発が進められている。

【0003】

従来の圧縮機としては、摺動部を構成する摺動部材は一方が窒化処理した鉄系材料にリン酸マンガン処理した摺動材料にて形成され、他方の摺動部材は陽極酸化処理したアルミニウムダイキャストにて形成されている。（例えば特許文献1参照）。

【0004】

図2.6は特許文献1に記載された従来技術の密閉型電動冷媒圧縮機の断面図を示すものである。図2.6に示すように密閉容器1は底部にオイル2を貯留するとともに、固定子3、および回転子4からなる電動要素5とこれによって駆動される往復式の圧縮機構6を收容している。

【0005】

次に圧縮機構6の詳細を以下に説明する。

【0006】

クランクシャフト7は回転子4を圧入固定した主軸部8および主軸部8に対し偏心して形成された偏心部9からなり、給油ポンプ10を設けている。シリンダーブロック11は略円筒形のボアー12からなる圧縮室13を形成するとともに主軸部8を軸支する軸受け部14を設けている。

【0007】

ボアー12に遊嵌されたピストン15は、ピストンピン16を介して偏心部9との間を連結手段であるコンロッド17によって連結されている。ボアー12の端面はバルブプレート18で封止されている。

【0008】

ヘッド19は高圧室を形成し、バルブプレート18の反ボアー12側に固定される。サクシオンチューブ20は密閉容器1に固定されるとともに冷凍サイクルの低圧側（図示せず）に接続され、冷媒ガス（図示せず）を密閉容器1内に導く。サクシオンマフラー21は、バルブプレート18とヘッド19に挟持される。

【0009】

クランクシャフト7の主軸部8と軸受け部14、ピストン15とボアー12、ピストンピン16とコンロッド17、クランクシャフト7の偏心部9とコンロッド17は相互に摺動部を形成する。そして、摺動部を構成する摺動部材は一方が窒化処理した鉄系材料にリン酸マンガン処理した摺動材料にて形成され、他方の摺動部材は陽極酸化処理したアルミニウムダイキャストにて形成されている。

【0010】

以上のような構成において次に動作を説明する。商用電源（図示せず）から供給される電力は電動要素5に供給され、電動要素5の回転子4を回転させる。回転子4はクランクシャフト7を回転させ、偏心部9の偏心運動が連結手段のコンロッド17からピストンピン16を介してピストン15を駆動することでピストン15はボアー12内を往復運動し、サクシオンチューブ20を通して密閉容器1内に導かれた冷媒ガスはサクシオンマフラー21から吸入され、圧縮室13内で連続して圧縮される。

【0011】

オイル2はクランクシャフト7の回転に伴い、給油ポンプ10から各摺動部に給油され

、摺動部を潤滑するとともに、ピストン 15 とボア 12 の間においてはシールを司る。

【0012】

また、別の従来の技術としては、圧縮機用の摺動材料として摺動部表面に固体潤滑剤である二硫化モリブデン (MoS_2) を塗布したものの記載がある。(例えば特許文献 2 と 3 参照)。

【特許文献 1】特開平 6-117371 号公報

【特許文献 2】特開平 8-121361 号公報

【特許文献 3】特開平 9-112469 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

しかしながら、特許文献 1 に記載の仕様では、摺動部に硬度が低いリン酸マンガン処理を用いていることから、起動時等の摺動部に油膜が発生しない状態で金属接触が生じるとリン酸マンガン層が摩耗して無くなり、摩擦係数が高くなり摺動損失が増加する可能性があった。

【0014】

また、上記の摺動材料の仕様では、摺動部間の隙間を小さくして摩擦係数の低減を図る際にも、金属接触が生じてリン酸マンガン層が摩耗して無くなり摩耗の増加並びに異常摩耗が発生する可能性があった。

【0015】

更に、ピストン、シリンダー間においては、ピストンの摩耗量が多くなることにより、ピストン、シリンダー間の隙間が大きくなり、圧縮した冷媒ガスがピストンとシリンダーの隙間から漏れてしまい効率が低下する可能性があった。

【0016】

加えて、摺動部における粘性抵抗を下げるためにオイルの粘度を低くした場合には、上記課題がさらに顕著になるという傾向があった。

【0017】

一方、特許文献 2 や 3 に記載の仕様では、使用される二硫化モリブデン (MoS_2) は摺動面に塗布するためにバインダーを含んでいるが、一般的に二硫化モリブデン (MoS_2) のバインダーとしてはポリアミドイミド樹脂 (PAI) が用いられる。しかしながらポリアミドイミド樹脂 (PAI) は、二硫化モリブデン (MoS_2) 単体に比較して摩擦係数が高く、その結果、摺動損失が増加するといった問題があった。

【0018】

また、摺動部の母材が鉄やアルミニウム等の金属材料であった場合、バインダーとして用いるポリアミドイミド樹脂 (PAI) との結合力が通常の金属結合に比較して弱いことから、二硫化モリブデン (MoS_2) を塗布した摺動部において母材とバインダーとの界面ではなく離が生じ、その結果二硫化モリブデンの耐摩耗性向上の効果が得られず、摩耗量が増加することがあった。

【0019】

本発明は、上記従来の問題を解決するもので、摺動損失の低下が図れるとともに、漏れ損失が小さく、耐摩耗性が高い冷媒圧縮機を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0020】

上記従来の課題を解決するために、本発明の冷媒圧縮機は、密閉容器内に収容され冷媒ガスを圧縮する圧縮機構と、密閉容器内に溜められるオイルと、前記圧縮機構を構成する金属材料からなる摺動部品とを備えるとともに、二硫化モリブデン (MoS_2) を固着させた混合層を前記摺動部品の摺動面に形成したものであり、これによって、二硫化モリブデン (MoS_2) の組織が稠密六方晶であることから、固体接触が生じて二硫化モリブデン (MoS_2) が低い摩擦係数でへき開することで固体潤滑作用を発揮することにより、摺動部の摩擦係数が低くなり、摺動損失を低減するという作用を有する。

【発明の効果】**【0021】**

本発明の冷媒圧縮機は、冷媒圧縮機の摺動部品の摺動面に二硫化モリブデンを固着させた混合層を形成することにより摩擦係数の低減が図れ、高い効率を備えた冷媒圧縮機を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】**【0022】**

請求項1に記載の発明は、密閉容器内に収容され冷媒ガスを圧縮する圧縮機構と、前記密閉容器内に溜められるオイルと、前記圧縮機構を構成する金属材料からなる摺動部品とを備えるとともに、二硫化モリブデン (MoS_2) を固着させた混合層を前記摺動部品の摺動面に形成したもので、二硫化モリブデン (MoS_2) の組織が稠密六方晶であることから、固体接触が生じても二硫化モリブデン (MoS_2) が低い摩擦係数でへき開することで固体潤滑作用を発揮することにより、摩擦係数を低下させ、摺動損失を低減することができる。

【0023】

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の発明の混合層の二硫化モリブデン (MoS_2) の純度を98%以上としたものであり、通常、二硫化モリブデンより高い摩擦係数を持つ不純物が極めて微量となることで、請求項1に記載の発明の効果に比べさらに摩擦係数を低下させ、摺動損失を低減することができる。

【0024】

請求項3に記載の発明は、請求項1または請求項2に記載の発明において、混合層の摺動部表面に微細くぼみをほぼ均一に形成したものであり、摺動部表面のくぼみにオイルが溜まり、摺動面にオイルを保持できるとともに摺動時に摺動部間の隙間が微小に変化することにより摺動部間に動圧が発生して金属接触の頻度を少なくし、耐摩耗性を向上させ、異常摩耗を防止できる。

【0025】

請求項4に記載の発明は、請求項3に記載の発明において、微細くぼみの表面形状を球形で、かつ直径を $2\mu\text{m}$ ～ $50\mu\text{m}$ 、深さを $0.2\mu\text{m}$ ～ $10\mu\text{m}$ の大きさにしたものであり、表面が球形の形状であることから、摺動時に発生する動圧が均一化され、摺動部間の隙間が一定になるとともに、微細くぼみの体積が小さいことにより、微細くぼみ部での体積変動が小さくなり、冷媒を含んだオイルが微細くぼみに供給される際に発生する隙間部での圧力低下が少なく、オイル中での発泡現象が抑えられ油膜の破断を減少させ、異常摩耗を防止できる。

【0026】

請求項5に記載の発明は、請求項1から4のいずれか一項に記載の発明の圧縮機構が往復式の圧縮機構であり、摺動部品がピストンもしくはボアーの少なくともいずれかひとつとしたもので、ピストンが上死点ならびに下死点において速度0となり、シリンダーとの間で金属接触が生じた場合でもピストンの表面に形成した混合層中の二硫化モリブデン (MoS_2) が持つ固体潤滑性により摩擦係数が低下し、摺動損失を低減するとともに、摺動部の表面に微細くぼみを設けることにより、圧縮時にラビリンスシールとして働き、漏れ損失を低減するとともに耐摩耗性を向上させることができるとともに、耐摩耗性も向上できる。

【0027】

請求項6に記載の発明は、請求項1から4のいずれか一項に記載の発明の圧縮機構が往復式の圧縮機構であり、摺動部品がクランクシャフトもしくは軸受けの少なくともいずれかひとつとしたもので、摺動面の表面に形成した混合層中の二硫化モリブデン (MoS_2) が持つ固体潤滑性により起動時等の金属接触が生じる場合において、摩擦係数が低くなる。さらに、クランクシャフトが回転することにより摺動面に設けた微細くぼみにおいて動圧が発生し、油膜を形成し金属接触を防止することで摩擦係数の上昇を防ぎ、異常摩耗の発生を防止するとともに、摩擦係数の上昇を防ぐことができる。

【0028】

請求項7に記載の発明は、請求項1から4のいずれか一項に記載の発明の圧縮機構が往復式の圧縮機構であり、摺動部品がコンロッドもしくはピストンピンの少なくともいずれかひとつとしたもので、摺動面の表面に形成した混合層中の二硫化モリブデン (MoS_2) が持つ固体潤滑性により運転時クランクシャフト一回転中に二度生じる速度が0となる状態においても摩擦係数を低減でき、さらに、摺動面に微細くぼみを設けることにより、オイルが保持されることにより、摩擦の進行を防止することができる。

【0029】

請求項8に記載の発明は、請求項1から4のいずれか一項に記載の発明の圧縮機構が往復式の圧縮機構であり、摺動部品がスラスト部、スラストワッシャもしくはクランクシャフトのスラスト面の少なくともいずれかひとつとしたもので、摺動面の表面に形成した混合層中の二硫化モリブデン (MoS_2) が持つ固体潤滑性により、起動時のオイルの供給がない状態においても摩擦係数を低減でき、さらに、摺動面に微細くぼみを設けることにより、オイルが保持されることにより、摩擦の進行を防止することができる。

【0030】

請求項9に記載の発明は、請求項1から4のいずれか一項に記載の発明の圧縮機構がローリングピストン式の圧縮機構であり、摺動部品がローリングピストンもしくはペーンの少なくともいずれかひとつとしたもので、ローリングピストンもしくはペーンの摺動面に形成した混合層中の二硫化モリブデン (MoS_2) が持つ固体潤滑性により金属接触が生じやすい線接触となる摺動状態においても摩擦係数を低下させ、摺動損失を低減することができる。

【0031】

請求項10に記載の発明は、請求項1から4のいずれか一項に記載の発明の圧縮機構がローリングピストン式の圧縮機構であり、摺動部品がシャフト、主軸受、副軸受の少なくともいずれかひとつとしたもので、摺動面に形成した混合層中の二硫化モリブデン (MoS_2) が持つ固体潤滑性によりローリングピストンとの摺動のように相対速度が小さく金属接触生じやすい摺動部においても摩擦係数を低減できる。さらに、摺動面に微細くぼみを設けることにより、オイルが保持されることにより十分オイルを供給でき摩擦の進行を防止できる。さらに、軸受との摺動のようにシャフトが高速で回転する摺動部においては動圧が発生し、油膜を形成し金属接触の発生を防止し摩擦係数の上昇を防ぎ、摩擦を防止するとともに、摩擦係数の上昇を防止することができる。

【0032】

請求項11に記載の発明は、請求項1から10のいずれか一項に記載の発明に加えて、オイルはVG10未満VG1以上の粘度としたもので、摺動部でのオイルの保持性が悪くなる粘度の低いオイルを用いた場合においても、摺動面に形成した混合層中の二硫化モリブデン (MoS_2) が持つ固体潤滑性により摩擦係数を低下させ、摺動損失を低減することができ、さらに粘度の低いオイルを用いることで粘性抵抗を下げ、さらなる摺動損失の低減ができる。

【0033】

請求項12に記載の発明は、請求項1から11のいずれか一項に記載の発明に加えて、冷媒がR600a、R290のいずれかひとつ、またはこれらの混合物でオイルがアルキルベンゼン、鉱油、エステル、ポリビニルエーテル、ポリアルキレングリコールのいずれかひとつ、またはこれらの混合物であるとしたもので、オイルに溶けやすくオイルの粘度を低下させやすい冷媒との組み合わせにおいても、摺動面に形成した混合層中の二硫化モリブデン (MoS_2) が持つ固体潤滑性により摩擦係数を低下させ、摺動損失を低減することができ摺動部の異常摩擦を防ぐことができる。

【0034】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。なお、この実施の形態によってこの発明が限定されるものではない。

【0035】

(実施の形態 1)

図 1 は、本発明の実施の形態 1 による、冷媒圧縮機の断面図である。図 2 は、図 1 における A 部拡大図である。図 3 は、同実施の形態における摺動時のオイルの流れを示した図である。図 4 は、鉄 (Fe) 系材料に二硫化モリブデン (MoS_2) を固着させて形成した混合層の有り無しでの摩擦係数の特性図である。図 5 は、鉄 (Fe) 系材料に二硫化モリブデン (MoS_2) を固着させて形成した混合層の表面に微細くぼみをほぼ均一に形成した場合と混合層無しでの摩耗量の特性図である。

【0036】

図 1、図 2、図 3 において、密閉容器 101 内には R600a からなる冷媒ガス 102 を充填するとともに、底部にはオイル 103 を貯留し、固定子 104、および回転子 105 からなる電動要素 106 とこれによって駆動される往復式の圧縮機構 107 を収容している。

【0037】

次に圧縮機構 107 の詳細を以下に説明する。

【0038】

クランクシャフト 108 は回転子 105 を圧入固定した主軸部 109 および主軸部 109 に対し偏心して形成された偏心部 110 からなり、下端にはオイル 103 に連通する給油ポンプ 111 を設けている。鋳鉄からなるシリンダーブロック 112 は略円筒形のボア 113 と主軸部 109 を軸支する軸受け部 114 を形成している。

【0039】

ボア 113 に遊嵌されたピストン 115 は鉄系の材料からなり、ボア 113 と共に圧縮室 116 を形成し、ピストンピン 117 を介して連結手段であるコンロッド 118 によって偏心部 110 と連結されている。ボア 113 の端面はバルブプレート 119 で封止されている。

【0040】

ヘッド 120 は高圧室を形成し、バルブプレート 119 の反ボア 113 側に固定される。サクシオンチューブ 121 は密閉容器 101 に固定されるとともに冷凍サイクルの低圧側 (図示せず) に接続され、冷媒ガス 102 を密閉容器 101 内に導く。サクシオンマフラー 122 は、バルブプレート 119 とヘッド 120 に挟持される。

【0041】

主軸部 109 と軸受け部 114、ピストン 115 とボア 113、ピストンピン 117 とコンロッド 118、偏心部 110 とコンロッド 118 は相互に摺動部を形成する。

【0042】

そしてピストン 115 の摺動部表面は、母材である鉄系材料の表面に二硫化モリブデン (MoS_2) を固着させた混合層 123 を形成している。より好ましくは、二硫化モリブデン (MoS_2) の純度を 98% 以上とし、表面に微細くぼみ 124 をほぼ均一に形成し、さらに微細くぼみ 124 は表面形状が球形で、かつ直径が $2\mu\text{m} \sim 20\mu\text{m}$ で、深さが $0.2\mu\text{m} \sim 1.0\mu\text{m}$ である。

【0043】

一般に、二硫化モリブデン (MoS_2) を摺動部表面に形成する方法としてはイミド基等の熱硬化性の機能をもつ樹脂をバインダーとして用い、ジメチルアセトアミド等の溶剤に上記バインダー溶解させた溶液に二硫化モリブデン (MoS_2) の粒子いれた溶液を摺動部表面に塗布した後、数百度で焼き付ける方法等がある。

【0044】

本実施の形態においては、二硫化モリブデン (MoS_2) を固着させた混合層 123 を表面に形成する方法として、二硫化モリブデン (MoS_2) の粒をある速度以上で摺動部品の母材である鉄 (Fe) 系ならびにアルミニウム系 (Al) 等の金属の摺動面に衝突させる方法を用い、衝突の際に生じる熱エネルギーにより二硫化モリブデン (MoS_2) の一部が母材に溶け込み金属結合することにより固着させた混合層 123 ならびに衝突の際に衝撃力により微細くぼみ 124 を同時に形成している。

【0045】

以上のように構成された冷媒圧縮機について、以下その動作を説明する。

【0046】

商用電源（図示せず）から供給される電力は電動要素106に供給され、電動要素106の回転子105を回転させる。回転子105はクランクシャフト108を回転させ、偏心部110の偏心運動が連結手段のコンロッド118からピストンピン117を介してピストン115を駆動することでピストン115はボアー113内を往復運動し、サクシオンチューブ121を通して密閉容器101内に導かれた前記冷媒ガス102はサクシオンマフラー122から吸入され、圧縮室116内で圧縮される。

【0047】

オイル103はクランクシャフト108の回転に伴い、給油ポンプ111から各摺動部に給油され、摺動部を潤滑するとともに、ピストン115とボアー113の間においてはシールを司る。

【0048】

この際、ピストン115が上死点ならびに下死点に達したときに速度が0 m/sとなり金属接触が生じることが多い。しかしながら、ピストン115の表面層に二硫化モリブデン (MoS_2) を固着させた混合層123を形成することから二硫化モリブデン (MoS_2) の持つ自己潤滑作用により摩擦係数が低下して摺動損失が低下する。

【0049】

さらに、ピストン115がボアー113内を往復運動して冷媒ガスを圧縮する際、圧縮された冷媒ガスの一部はピストン115とボアー113の隙間を経て密閉容器内に漏出し、体積効率を下げることになる。しかしながら、ピストン115の摺動部表面の混合層123にはほぼ均一に形成した微細くぼみ124を設けることにより、ピストン115とボアー113の隙間の前記漏出ガスがピストン115の表面にほぼ均一に形成した微細くぼみ124に達すると、微細くぼみ124においてピストン115とボアー113の隙間の体積が増加することからラビリンスシールと同様の作用が生じ、漏出した冷媒ガスの流速は急速に低下する。この結果、冷媒ガスの漏れ量が減少する。その結果、冷媒圧縮機の体積効率が向上するため、冷媒圧縮機の圧縮効率は向上する。

【0050】

さらに、図3に示すように、微細くぼみ124の形状が球面であれば、摺動部が摺動する際に生じる油膜を発生させるオイル103の流れがくぼみの中でうず流を形成し易くなり、その結果油圧が発生することで金属接触を防止し、耐摩耗性が向上する。

【0051】

また、形状が球面であることから、摺動方向に関わらず、摺動にともなう摺動部間の隙間の変化量が一定となり、摺動部全体に均一な油膜が形成され、ピストン115とボアー113の隙間の偏りが小さくなり、ピストン115の側面から冷媒ガスの漏れる量が少なくなると考える。

【0052】

次に、図4を用いて鉄 (Fe) 系材料に二硫化モリブデン (MoS_2) を固着させた混合層123の有り無しならびに微細くぼみ124有り無しでの摩擦係数を測定した結果について説明する。この測定は、HFC134a冷媒の雰囲気圧力0.4 MPaのもと、VG8からVG10のエステルオイルを使用し、摺動速度を1.0 m/s、面圧: 0.5 MPaにおいて試験した結果である。

【0053】

この結果からは鉄 (Fe) 系材料に二硫化モリブデン (MoS_2) を固着させた混合層123はリン酸マンガン処理に比べ摩擦係数が低下していることがわかる。これは、混合層123を形成している二硫化モリブデン (MoS_2) の分子の大きさが約 $6 \times 10^{-4} \mu\text{m}$ であることから、鉄 (Fe) 系材料、アルミニウム (Al) 等の相手材に接触した場合、低い摩擦係数でへき開することにより、金属接触が生じている摺動部の摩擦係数が低下するものであると考えられる。また、バインダーとして用いられるポリアミドイミド樹脂

(PAI)等の不純物の摩擦係数が二硫化モリブデン (MoS_2) に比較して高いことにより、二硫化モリブデン (MoS_2) の純度を 98% 以上にすることが望ましい。

【0054】

さらに鉄 (Fe) 系材料に二硫化モリブデン (MoS_2) を固着させた混合層 123 に球形でかつ直径を $2\mu\text{m} \sim 20\mu\text{m}$ 、深さを $0.2\mu\text{m} \sim 1.0\mu\text{m}$ の大きさの微細くぼみ 124 を設けることにより摩擦係数は低下することがわかる。これは微細くぼみ 124 により、形成されるくさび形油膜の油圧が増加することで、金属接触部にかかる荷重が低減され摩擦係数が低下したことによると考えられる。

【0055】

そこで発明者らは、鉄 (Fe) 系材料に二硫化モリブデン (MoS_2) を固着させた混合層 123 に球形でかつ直径を $2\mu\text{m} \sim 20\mu\text{m}$ 、深さを $0.2\mu\text{m} \sim 1.0\mu\text{m}$ の大きさの微細くぼみ 124 を設けた場合の摩耗量を測定した。図 4 はリン酸マンガン処理との比較を示したもので、HFC134a 冷媒の雰囲気圧力 0.4MPa のもと、VG8 から VG10 のエステルオイルを使用し、摺動速度を 1.0m/s 、面圧: 0.5MPa の条件で 20 時間試験した結果である。

【0056】

この結果からは鉄 (Fe) 系材料に二硫化モリブデン (MoS_2) を固着させた混合層 123 に球形で直径を $2\mu\text{m} \sim 20\mu\text{m}$ 、深さを $0.2\mu\text{m} \sim 1.0\mu\text{m}$ の大きさの微細くぼみ 124 を設けることにより、リン酸マンガン処理より摩耗量が少なくなることがわかる。このことは、微細くぼみ 124 により、形成されるくさび形油膜の油圧が増加することで、金属接触部にかかる荷重が低減されることによると考えられる。さらに、二硫化モリブデン (MoS_2) の粒をある速度以上で鉄 (Fe) 系材料の表面に衝突させる方法で二硫化モリブデン (MoS_2) を固着させた混合層 123 ならびに微細くぼみ 124 を同時に形成していることから、二硫化モリブデン (MoS_2) が母材内部に入り込み二硫化モリブデン (MoS_2) の一部が硬度の高い金属間化合物を形成することによりさらに耐摩耗性が向上する。

【0057】

以上、本実施の形態においては、一定速度の圧縮機についてのべたが、インバータ化に伴い冷媒圧縮機の低速化が進む中、特に 20Hz を切るような超低速運転に於いてはさらに異常摩耗の課題が大きくなり、本発明の効果がより顕著になる。

【0058】

また、使用する冷媒をハイドロカーボン系冷媒である R600a 並びに R290 とした場合において、使用するオイル 103 を鉱油、アルキルベンゼン、エステル、ポリビニルエーテル、ポリアルキレングリコール等のオイル 103 といった冷媒が溶け込みやすいオイル 103 にした場合においては、オイル 103 中に冷媒が溶け込むことで更に粘度を低下させ、耐摩耗性が悪くなることからさらに異常摩耗の課題が大きくなり、本発明の効果がより顕著になる。

【0059】

なお本実施の形態においてはピストン 115 の摺動面を直径を $2\mu\text{m} \sim 20\mu\text{m}$ 、深さを $0.2\mu\text{m} \sim 1.0\mu\text{m}$ の大きさの微細くぼみ 124 をほぼ均一に設けた二硫化モリブデン (MoS_2) を固着させた混合層 123 としたが、ボア 113 並びにピストン 115 とボア 113 の双方に施してもよく、同様の作用効果が得られる。さらに、摺動部材料をアルミ等の他の材料としても油膜の形成原理から考え、同様の作用効果が得られることはいうまでもない。

【0060】

(実施の形態 2)

図 6 は、本発明の実施の形態 2 による、冷媒圧縮機の断面図である。図 7 は、同実施の形態の B 部拡大図である。

【0061】

図 6、図 7 において、クランクシャフト 125 の主軸部 126 の母材である鉄系材料の

表面に二硫化モリブデン (MoS_2) を含有させることにより金属材料中に二硫化モリブデン (MoS_2) を固着させた混合層 127 を形成している。より好ましくは、二硫化モリブデン (MoS_2) の純度を 98% 以上とし、表面に微細くぼみ 128 をほぼ均一に形成し、さらに微細くぼみ 128 の形状を球面とし、さらに直径を $2\mu\text{m} \sim 20\mu\text{m}$ 、深さを $0.2\mu\text{m} \sim 1.0\mu\text{m}$ の大きさとするものである。

【0062】

以上のように構成された冷媒圧縮機について、以下その動作を説明する。

【0063】

クランクシャフト 125 の主軸部 126 の摺動部表面を二硫化モリブデン (MoS_2) を固着させた混合層 127 とすることにより、摺動部への給油が行われない冷媒圧縮機運転開始時において軸受け部 114 とクランクシャフト 125 の間に金属接触が発生しても二硫化モリブデン (MoS_2) の組織が稠密六方晶で、分子の大きさが約 $6 \times 10^{-4} \mu\text{m}$ と小さいことから低い摩擦係数でへき開することにより、摺動部の摩擦係数が低くなり、摺動損失が低下する。

【0064】

また、クランクシャフト 125 が軸受け部 114 内を回転運動することにより、給油ポンプ 111 から冷媒を含んだオイル 103 が軸受け部 114 とクランクシャフト 125 の主軸部 126 との間の摺動部に供給される。その際、クランクシャフト 125 の主軸部 126 の摺動部表面の混合層 127 に微細くぼみ 128 をほぼ均一に形成することにより、軸受け部 114 内をクランクシャフト 125 が一回転する間にクランクシャフト 125 の主軸部 126 と軸受け部 114 との隙間が微細くぼみ 128 の深さに対応して変化する。その際、クランクシャフト 125 の主軸部 126 と軸受け部 114 との隙間に、オイル 103 が引き込まれ、くさび形油膜が形成される。

【0065】

また、微細くぼみ 128 が微細であることから冷媒が溶け込んだオイル 103 が微細くぼみ 128 内に供給されてもくぼみでの体積変化が小さく雰囲気圧力の低下が少なくなるなり、圧縮された冷媒ガスの圧力が高圧のまま保たれることから、オイル 103 中に溶け込み可能な冷媒量の低下が抑えられ、オイル 103 中の冷媒の発泡現象が少なくなり、発泡により摺動部に形成された油膜の破断により生じる金属接触の発生を防止しすることにより、摩擦係数の上昇が防止できる。

【0066】

以上、本実施の形態においては、一定速度の圧縮機についてのべたが、インバーター化に伴い冷媒圧縮機の低速化が進む中、特に 20 Hz を切るような超低速運転に於いてはさらに異常摩耗の課題が大きくなり、本発明の効果がより顕著になる。

【0067】

また、使用する冷媒をハイドロカーボン系冷媒である R600a 並びに R290 とした場合においても、また、使用するオイル 103 を鉱油、アルキルベンゼン、エステル、ポリビニルエーテル、ポリアルキレングリコール等のオイル 103 にした場合においてもオイル 103 中に冷媒が溶け込み更に粘度を低下させ、耐摩耗性が悪くなることから、さらに異常摩耗の課題が大きくなり、本発明の効果がより顕著になる。

【0068】

なお本実施の形態においてはクランクシャフト 125 の主軸部 126 の摺動面を直径を $2\mu\text{m} \sim 20\mu\text{m}$ 、深さを $0.2\mu\text{m} \sim 1.0\mu\text{m}$ の大きさの微細くぼみ 128 をほぼ均一に設けた二硫化モリブデン (MoS_2) を固着させた混合層 127 としたが、軸受け部 114 並びにクランクシャフト 125 の主軸部 126 と軸受け部 114 の双方に施してもよく、同様の作用効果が得られる。さらに、摺動部材料をアルミ等の他の材料としても油膜の形成原理から考え、同様の作用効果が得られることはいうまでもない。

【0069】

(実施の形態 3)

図 8 は、本発明の実施の形態 3 による、冷媒圧縮機の断面図である。図 9 は、図 8 の C

部拡大図である。図10は、図9のD部拡大図である。

【0070】

図8、図9、図10において、ピストンピン129の摺動部表面は二硫化モリブデン (MoS_2) を固着させた混合層130を形成している。より好ましくは、二硫化モリブデン (MoS_2) の純度を98%以上とし、その表面には微細くぼみ131をほぼ均一に形成し、さらに微細くぼみ131の形状を球面とし、さらに直径を $2\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ 、深さを $0.2\mu\text{m}\sim 1.0\mu\text{m}$ の大きさとするものである。

【0071】

以上のように構成された冷媒圧縮機について、以下その動作を説明する。

【0072】

クランクシャフト108が回転することにより連結手段であるコンロッド118によって連結されているピストンピン129を介してボアー113に遊嵌されたピストン132が往復運動する。この際、コンロッド118とピストンピン129とは、揺動運動を行ない、ピストン132が上死点ならびに下死点に達したときに速度が 0m/s となり、油膜が形成できない状態が生じる。この時、ピストンピン129の摺動部の表面を混合層130とすることにより、金属接触が発生しても二硫化モリブデン (MoS_2) の組織が稠密六方晶で、分子の大きさが約 $6\times 10^{-4}\mu\text{m}$ と小さいことから低い摩擦係数でへき開することにより、摺動部の摩擦係数が低くなり、摺動損失が低下する。さらに、ピストンピン129の摺動部表面に微細くぼみ131をほぼ均一に形成することにより、微細くぼみ131にオイル103が保持され、摺動部分に常にオイル103が存在することとなり焼付き荷重が上昇して異常摩耗が防止できる。

【0073】

以上、本実施の形態においては、ピストンピン129の摺動面を直径を $2\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ 、深さを $0.2\mu\text{m}\sim 1.0\mu\text{m}$ の大きさの微細くぼみ131をほぼ均一に設けた二硫化モリブデン (MoS_2) を固着させた混合層130としたが、コンロッド118並びにピストンピン129とコンロッド118の双方に施してもよく、同様の作用効果が得られる。

【0074】

以上、本実施の形態においては、一定速度の圧縮機についてのべたが、インバーター化に伴い冷媒圧縮機の低速化が進む中、特に 20Hz を切るような超低速運転に於いてはさらに異常摩耗の課題が大きくなり、本発明の効果がより顕著になる。

【0075】

また、使用する冷媒をハイドロカーボン系冷媒であるR600a並びにR290とした場合においても、また、使用するオイル103を鉱油、アルキルベンゼン、エステル、ポリビニルエーテル、ポリアルキレングリコール等のオイル103にした場合においてもオイル103中に冷媒が溶け込み更に粘度を低下させ、耐摩耗性が悪くなることから、さらに異常摩耗の課題が大きくなり、本発明の効果がより顕著になる。

【0076】

なお本実施の形態においてはクランクシャフト108の主軸部109の摺動面を直径を $2\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ 、深さを $0.2\mu\text{m}\sim 1.0\mu\text{m}$ の大きさの微細くぼみ128をほぼ均一に設けた二硫化モリブデン (MoS_2) を固着させた混合層127としたが、軸受け部114並びにクランクシャフト125の主軸部126と軸受け部114の双方に施してもよく、同様の作用効果が得られる。さらに、摺動部材料をアルミ等の他の材料としても油膜の形成原理から考え、同様の作用効果が得られることはいうまでもない。

【0077】

(実施の形態4)

図11は本発明の実施の形態4による冷媒圧縮機の断面図である。図12は図11のE部拡大図である。図13は図12のF部拡大図である。

【0078】

図11、図12、図13において、スラスト部133の摺動部表面は二硫化モリブデン

(MoS₂)を固着させた混合層134を形成している。より好ましくは、二硫化モリブデン(MoS₂)の純度を98%以上とし、その表面には微細くぼみ135をほぼ均一に形成し、さらに微細くぼみ135の形状を球面とし、さらに直径を2μm~20μm、深さを0.2μm~1.0μmの大きさとするものである。

【0079】

以上のように構成された冷媒圧縮機について、以下その動作を説明する。

【0080】

クランクシャフト108には、回転子105が圧入固定されている。また、回転子105にはフランジ面136が形成され、軸受け部137の上端面はスラスト部133になっている。フランジ面136と軸受け部137のスラスト部133の間にはスラストワッシャ138が挿入されている。フランジ面136、スラスト部133及びスラストワッシャ138でスラスト軸受部139を構成し、クランクシャフト108、回転子105等の垂直荷重を支えている。従って、冷媒圧縮機が運転を停止しているときも、スラスト軸受部139においては垂直荷重が負荷されている。この時、軸受け部137のスラスト部133の摺動部表面を二硫化モリブデン(MoS₂)を固着させた混合層134にすることにより、垂直荷重が負荷され、さらに、摺動部への給油が行われない冷媒圧縮機運転開始時においてスラスト部133とスラストワッシャ138の間に金属接触が発生する場合でも、二硫化モリブデン(MoS₂)の組織が稠密六方晶で、分子の大きさが約 $6 \times 10^{-4} \mu\text{m}$ と小さいことから低い摩擦係数でへき開することにより、摺動部の摩擦係数が低くなり、摺動損失が低下する。さらに、軸受け部137のスラスト部133の摺動部表面に微細くぼみ135をほぼ均一に形成することにより、微細くぼみ135にオイル103が保持され、摺動部分に常にオイル103が存在することとなり焼付き荷重が上昇して異常摩擦が防止できる。

【0081】

以上、本実施の形態においては、一定速度の圧縮機についてのべたが、インバーター化に伴い冷媒圧縮機の低速化が進む中、特に20Hzを切るような超低速運転に於いてはさらに異常摩擦の課題が大きくなり、本発明の効果が顕著になることはいうまでもない。

【0082】

また、使用する冷媒をハイドロカーボン系冷媒であるR600a並びにR290とした場合においても、また、使用するオイル103を鉱油、アルキルベンゼン、エステル、ポリビニルエーテル、ポリアルキレングリコール等のオイル103にした場合においてもオイル103中に冷媒が溶け込み更に粘度を低下させ、耐摩耗性が悪くなることから同様の効果が得られる。

【0083】

また、本実施の形態においては、スラスト軸受部139をフランジ面136、スラスト部133及びスラストワッシャ138にて構成する場合にて説明を行ったが、クランクシャフト108の主軸部109と偏心部110との間のフランジ部140の反偏心部110側に設けられたクランクシャフト108のスラスト面141と軸受け部137のスラスト部133でスラスト軸受けを構成した場合においても、同様の作用効果が得られる。

【0084】

(実施の形態5)

図14は本発明の実施の形態5による、冷媒圧縮機の断面図である。図15は図14のG-G線断面図である。図16は図15のH部拡大図である。図17は図15のI部拡大図である。

【0085】

図14、図15、図16、図17において、密閉容器201には固定子202と回転子203からなる電動要素204と、電動要素204によって駆動されるローリングピストン型の圧縮機構205がオイル206とともに収納されている。

【0086】

圧縮機構205は偏心部207、主軸部208、副軸部209を有するシャフト210

と、圧縮室 211 を形成するシリンダー 212 と、シリンダー 212 の両端面を封止するとともに各々主軸部 208 と副軸部 209 を軸支する主軸受 213 と副軸受 214 と、偏心部 207 に遊嵌され圧縮室 211 内を転動するローリングピストン 215 と、ローリングピストン 215 に挿圧され、圧縮室 211 を高压側と低压側に仕切る板状のペーン 216 とを備えており、主軸部 208 には回転子 203 が固定されている。

【0087】

副軸受 214 に固定されたオイルポンプ 217 はオイル 206 に連通し、偏心部 207 とローリングピストン 215、主軸部 208 と主軸受 213、副軸部 209 と副軸受 214 が各々形成する摺動部への給油を司る。

【0088】

そして、ローリングピストン 215 の摺動部表面は母材の鉄 (Fe) 系材料に二硫化モリブデン (MoS_2) を固着させた混合層 218 を形成している。より好ましくは、二硫化モリブデン (MoS_2) の純度を 98% 以上とすることである。さらに、偏心部 207、主軸部 208、副軸部 209 の摺動部表面は二硫化モリブデン (MoS_2) を含む混合層 218 を形成している。より好ましくは、二硫化モリブデン (MoS_2) の純度を 98% 以上とし、表面に微細くぼみ 219 をほぼ均一に形成し、さらに微細くぼみの形状を球面とし、さらに直径を $2\mu\text{m} \sim 20\mu\text{m}$ 、深さを $0.2\mu\text{m} \sim 1.0\mu\text{m}$ の大きさとする。ことである。

【0089】

以上のように構成された冷媒圧縮機について、以下その動作を説明する。

【0090】

回転子 203 の回転に伴ってシャフト 210 は回転し、偏心部 207 に遊嵌されたローリングピストン 215 が圧縮室 211 内を転動することで、圧縮室 211 の高压側と低压側の部屋は連続的に容積変化をし、これに伴って冷媒ガスは連続して圧縮される。さらに圧縮された冷媒ガスは密閉容器 201 内に吐出され、密閉容器 201 内が高压雰囲気となる。また、密閉容器 201 内が高压であることからペーン 216 に密閉容器 201 内の雰囲気圧力が背圧として働き、ローリングピストン 215 の外周表面にペーン 216 の先端を押しつける。一方、ローリングピストン 215 の外周表面にペーン 216 の先端の接触部においては円弧と円弧の接触となり線接触の形態であることから金属接触が頻繁に生じる。

【0091】

その際、ローリングピストン 215 の外周表面を混合層 218 とすることにより、金属接触が発生しても二硫化モリブデン (MoS_2) の組織が稠密六方晶で、分子の大きさが約 $6 \times 10^{-4} \mu\text{m}$ と小さくことから低い摩擦係数でへき開することにより、摺動部の摩擦係数が低くなり、摺動損失が低下する。なお、本実施の形態においては、二硫化モリブデン (MoS_2) を含む混合層 218 をローリングピストン 215 の外周表面に設けているが、ペーン 216 並びにローリングピストン 215 の外周表面とペーン 216 の双方に施してもよく、同等の効果を有する。

【0092】

また、シャフト 210 の回転に伴ってオイルポンプ 217 はオイル 206 を連続的に各摺動部へ給油する。

【0093】

この際、偏心部 207、主軸部 208、副軸部 209 の摺動部表面の二硫化モリブデン (MoS_2) を含む混合層 218 に微細くぼみ 219 をほぼ均一に形成することにより、偏心部 207 とローリングピストン 215、主軸部 208 と主軸受 213、副軸部 209 と副軸受 214 が各々形成する摺動部の隙間に、オイルが引き込まれ、くさび形油膜が形成される。

【0094】

ここで、ローリングピストン型の冷媒圧縮機はローリングピストン 215 が偏心部 207 に回転自在に遊嵌されていることから、ローリングピストン 215 と偏心部 207 間の

相対速度は主軸部 208 と主軸受 213、副軸部 209 と副軸受 214 間の相対速度に比較して小さくなる。このことは軸受半径 R と半径すきま C と速度 N とオイル粘度 μ と面圧 P から求められるジャーナル軸受の特性を示すゾンマーフェルト数 S (数 1) が小さくなることであり、摺動潤滑上金属接触が発生しやすい不利な条件である。

【0095】

$$S = \mu \times N / P \times (R / C)^2 \quad \dots \text{(数 1)}$$

しかしながら偏心部 207 の摺動部表面を二硫化モリブデン (MoS_2) を固着させた混合層 218 とすることにより、金属接触が発生しても二硫化モリブデン (MoS_2) の組織が稠密六方晶で、分子の大きさが約 $6 \times 10^{-4} \mu\text{m}$ と小さくことから低い摩擦係数でへき開することにより、摺動部の摩擦係数が低くなり、摺動損失が低下する。

【0096】

さらにローリングピストン型の冷媒圧縮機は一般に密閉容器 201 内が凝縮圧力となるため、内圧が高く、オイル 206 の冷媒が溶け込みやすい。このことはオイルの粘度を低下させることであり、上述したジャーナル軸受の特性を示すゾンマーフェルト数 S (数 1) が小さくなることであり、摺動潤滑上不利な条件である。

【0097】

しかしながら、微細くぼみ 219 が微細であることから冷媒が溶け込んだオイル 206 が微細くぼみ 219 内に供給されてもくぼみでの体積変化が小さく雰囲気圧力の低下が少なくなり、圧縮された冷媒ガスの圧力が高圧のまま保たれることから、オイル中に溶け込み可能な冷媒量の低下が抑えられ、オイル中の冷媒の発泡現象が少なくなり、発泡により摺動部に形成された油膜の破断により生じる金属接触の発生を防止しすることにより、摩擦係数の上昇が防止できる。なお、本実施の形態においては、偏心部 207、主軸部 208、副軸部 209 の摺動面を直径を $2 \mu\text{m} \sim 20 \mu\text{m}$ 、深さを $0.2 \mu\text{m} \sim 1.0 \mu\text{m}$ の大きさの微細くぼみ 219 をほぼ均一に設けた二硫化モリブデン (MoS_2) を固着させた混合層 218 としたが、ローリングピストン 215 の内周表面、主軸受 213、副軸受 214 ならびに、偏心部 207 とローリングピストン 215 の内周表面の双方、主軸部 208 と主軸受 213 の双方、副軸部 209 副軸受 214 の双方に施してもよく、同様の作用効果が得られる。

【0098】

以上、本実施の形態においては一定速度の圧縮機についてのべたが、インバーター化に伴い冷媒圧縮機の低速化が進む中、特に 20 Hz を切るような超低速運転に於いてはさらに異常摩耗の課題が大きくなり、本発明の効果が顕著になることはいうまでもない。

【0099】

また、使用する冷媒をハイドロカーボン系冷媒である R600a 並びに R290 とした場合においても、また、使用するオイル 103 を鉱油、アルキルベンゼン、エステル、ポリビニルエーテル、ポリアルキレングリコール等のオイル 103 にした場合においてもオイル 103 中に冷媒が溶け込み更に粘度を低下させ、耐摩耗性が悪くなることから同様の効果が得られる。

【0100】

さらに、摺動部材料をアルミ等の他の材料としても油膜の形成原理から考え、同様の作用効果が得られることはいうまでもない。

【0101】

(実施の形態 6)

図 18 は、本発明の実施の形態 6 による、冷媒圧縮機の断面図である。図 19 は、同実施の形態の A 部拡大図である。図 20 は、同実施の形態における摺動時のオイルの流れを示した図である。図 21 は、二硫化モリブデン (MoS_2) を固着させて形成した混合層とリン酸マンガン層との摩擦係数の特性図である。図 22 は、二硫化モリブデン (MoS_2) を固着させて形成した混合層とリン酸マンガン層とをほどこしたコンプレッサーにおける冷凍能力の特性図である。図 23 は、二硫化モリブデン (MoS_2) を固着させて形成した混合層とリン酸マンガン層とをほどこしたコンプレッサーにおける効率の特性図で

ある。

【0102】

図18、図19、図20において、密閉容器101内にはR600aからなる冷媒ガス302を充填するとともに、底部には鉱油からなりVG10未満VG1以上の粘度のオイル303を貯留し、固定子104、および回転子105からなる電動要素106とこれによって駆動される往復式の圧縮機構107を収容している。

【0103】

次に圧縮機構107の詳細を以下に説明する。

【0104】

クランクシャフト108は回転子105を圧入固定した主軸部109および主軸部109に対し偏心して形成された偏心部110からなり、下端にはオイル303に連通する給油ポンプ111を設けている。鋳鉄からなるシリンダーブロック112は略円筒形のボア-113と主軸部109を軸支する軸受け114を形成している。

【0105】

ボア-113に遊嵌されたピストン115は鉄系の材料からなり、ボア-113と共に圧縮室116を形成し、ピストンピン117を介して連結手段であるコンロッド118によって偏心部110と連結されている。ボア-113の端面はバルブプレート119で封止されている。

【0106】

ヘッド120は高圧室を形成し、バルブプレート119の反ボア-113側に固定される。サクシオンチューブ121は密閉容器101に固定されるとともに冷凍サイクルの低圧側（図示せず）に接続され、冷媒ガス302を密閉容器101内に導く。サクシオンマフラー122は、バルブプレート119とヘッド120に挟持される。

【0107】

主軸部109と軸受け114、ピストン115とボア-113、ピストンピン117とコンロッド118、偏心部110とコンロッド118は相互に摺動部を形成する。

【0108】

そして上記摺動部表面は、母材である鉄系材料の表面に二硫化モリブデン (MoS_2) を固着させた混合層123を形成している。そして更に、表面に直径 $2\mu\text{m}\sim 50\mu\text{m}$ 、深さを $0.5\mu\text{m}\sim 10\mu\text{m}$ の大きさの微細くぼみ124をほぼ均一に形成している。

【0109】

一般に、二硫化モリブデン (MoS_2) を摺動部表面に形成する方法としてはイミド基等の熱硬化性の機能をもつ樹脂をバインダーとして用い、ジメチルアセトアミド等の溶剤に上記バインダー溶解させた溶液に二硫化モリブデン (MoS_2) の粒子いれた溶液を摺動部表面に塗布した後、数百度で焼き付ける方法等がある。

【0110】

本実施の形態においては、二硫化モリブデン (MoS_2) を固着させた混合層123を表面に形成する方法として、二硫化モリブデン (MoS_2) の粒をある速度以上で摺動部品の母材である鉄 (Fe) 系ならびにアルミニウム系 (Al) 等の金属の摺動面に衝突させる方法を用い、衝突の際に生じる熱エネルギーにより二硫化モリブデン (MoS_2) の一部が母材に溶け込み金属結合することにより固着させた混合層123ならびに衝突の際に衝撃力により微細くぼみ124を同時に形成している。

【0111】

以上のように構成された冷媒圧縮機について、以下その動作を説明する。

【0112】

商用電源（図示せず）から供給される電力は電動要素106に供給され、電動要素106の回転子105を回転させる。回転子105はクランクシャフト108を回転させ、偏心部110の偏心運動が連結手段のコンロッド118からピストンピン117を介してピストン115を駆動することでピストン115はボア-113内を往復運動し、サクシオンチューブ121を通して密閉容器101内に導かれた前記冷媒ガス302はサクシオン

マフラー 122 から吸入され、圧縮室 116 内で連続して圧縮される。

【0113】

オイル 303 はクランクシャフト 108 の回転に伴い、給油ポンプ 111 から各摺動部に給油され、摺動部を潤滑するとともに、ピストン 115 とボアー 113 の間においてはシールを司る。

【0114】

ここで主軸部 109 と軸受け 114、ピストン 115 とボアー 113、ピストンピン 117 とコンロッド 118、偏心部 110 とコンロッド 118 の各摺動部材間に形成された各摺動部における動作について説明する。

【0115】

上記各摺動部間においてはオイル 303 の粘度が VG10 未満 VG1 以上と低いため、摺動部品同士が固体接触を起こしやすく、さらには冷媒ガス 302 が R600a であることからオイル 303 に溶解しやすく、オイル 303 の粘度は低下することで、さらに固体接触を起こしやすくなる。特に摺動部がピストン 115 とボアー 113、ピストンピン 117 とコンロッド 118 である場合、1 圧縮工程当たり 2 回、相互摺動速度が 0 m/s となるため、油圧がゼロとなり、固体接触が生じる。

【0116】

しかしながら、ピストン 115 の表面層に二硫化モリブデン (MoS_2) を固着させた混合層 123 を形成することから二硫化モリブデン (MoS_2) の持つ固体潤滑作用により異常摩耗を防ぐとともに、摩擦係数が低下して摺動損失が低下する。

【0117】

加えて図 20 に示すように、摺動部が摺動する際に生じる油膜を発生させるオイル 303 の流れが微細くほみ 124 の中でうず流を形成し易くなり、その結果油圧が発生することで固体接触を防止し、耐摩耗性が向上する。

【0118】

ここで、図 21 を用いて本実施の形態による二硫化モリブデン (MoS_2) とリン酸マンガ層とにおけるオイル 303 の粘度を変えた際の摩擦係数について説明する。

【0119】

図 21 において本実施の形態による二硫化モリブデン (MoS_2) は鉄 (Fe) 系材料に二硫化モリブデン (MoS_2) を固着させた混合層 123 の表面に直径 $2\text{ }\mu\text{m} \sim 50\text{ }\mu\text{m}$ 、深さを $0.5\text{ }\mu\text{m} \sim 10\text{ }\mu\text{m}$ の大きさの微細くほみ 124 をほぼ均一に形成したものである。この測定は、HFC134a 冷媒の雰囲気圧力 0.4 MPa のもと、VG4 から VG22 のエステルオイル、VG1 相当のエタノールを使用し、摺動速度を 1.0 m/s 、面圧: 0.5 MPa という条件において試験した結果である。

【0120】

この結果からはリン酸マンガ層はオイル粘度を VG10 未満にすると摩擦係数が上昇するが、鉄 (Fe) 系材料に二硫化モリブデン (MoS_2) を固着させた混合層 123 は VG1 までオイル粘度を低下させても摩擦係数の上昇は認められず、リン酸マンガ層処理に比べ摩擦係数が低下していることがわかる。

【0121】

これは、混合層 123 を形成している二硫化モリブデン (MoS_2) の分子の大きさが約 $6 \times 10^{-4}\text{ }\mu\text{m}$ であることから、鉄 (Fe) 系材料、アルミニウム (Al) 等の相手材に接触した場合、低い摩擦係数でへき開することにより、固体接触が生じている摺動部の摩擦係数が低下し、さらに鉄 (Fe) 系材料に二硫化モリブデン (MoS_2) を固着させた混合層 123 に直径 $2\text{ }\mu\text{m} \sim 50\text{ }\mu\text{m}$ 、深さを $0.5\text{ }\mu\text{m} \sim 10\text{ }\mu\text{m}$ の大きさの微細くほみ 124 を均一に設けることにより、形成されるくさび形油膜の油圧が増加することで、固体接触部にかかる荷重が低減され摩擦係数が低下したことによると考えられる。

【0122】

さらに発明者らは、オイル粘度をパラメータに、往復式冷媒圧縮機の冷凍能力並びに冷媒圧縮機の成績係数 (COP) の変化を測定した。

【0123】

図22および図23は鉄(Fe)系材料のピストン115に二硫化モリブデン(MoS₂)を固着させた混合層123に直径2μm~50μm、深さを0.5μm~10μmの大きさの微細くぼみ124を均一に設け、R600a冷媒とVG5とVG10の鉱油を用い、凝縮温度/蒸発温度: 54.4℃/-23.3℃、吸入ガス、膨張弁前温度: 32.2℃の条件にて測定しその結果をリン酸マンガ処理と比較したものである。

【0124】

この結果からは図22において、リン酸マンガ処理がオイル303の粘度をVG10からVG5に低下させた際大きく冷凍能力が低下しているのに比べ、本実施の形態では冷凍能力の低下が極めて少ないことが分かる。

【0125】

このことは、ピストン115がボア-113内を往復運動して冷媒ガス302を圧縮する際、オイル303の粘度が非常に低いため、シール性が低下し、圧縮室116で圧縮された冷媒ガス302がピストン115とボア-113の隙間から密閉容器101内に漏出し冷凍能力が低下し易いにもかかわらず、ピストン115に設けた微細くぼみ124により、くさび形油膜形成され、ピストン115とボア-113の隙間から漏出する冷媒ガス302の量が低減されたことによると推定できる。

【0126】

すなわち、ピストン115とボア-113の隙間の前記漏出した冷媒ガス302が微細くぼみ124に達すると、微細くぼみ124においてピストン115とボア-113の隙間の体積が増加することからラビリンスシールと同様の作用が生じ、漏出した冷媒ガス302の流速は急速に低下することで冷媒ガス302の漏れ量が減少し、その結果冷媒圧縮機の冷凍能力の低下を極めて小さく抑えることができたものとする。

【0127】

同様に図23においてはリン酸マンガ処理に較べて圧縮機の効率を示す成績係数(COP)が上昇しているが、これは図22に示したとおり、冷媒圧縮機の冷凍能力の低下を極めて小さく抑えることができたことによる体積効率の維持に加えて、図21に示したように摺動部における摩擦係数の上昇が無いことでの入力低減、またVG10からVG5へのオイル粘度の低下に伴う粘性抵抗の低減が冷媒圧縮機の入力の低減に大きく寄与した結果であると考えられる。

【0128】

以上、本実施の形態においては一定速度の圧縮機についてのべたが、インバーター化に伴い冷媒圧縮機の低速化が進む中、特に20Hzを切るような超低速運転に於いてはさらにオイル303の低粘度化における課題が大きくなり、本発明の効果がさらに顕著になる。

【0129】

また、今回R600aと鉱油の組合せを例に挙げて説明をしたが、使用する冷媒ガスを同じハイドロカーボン系冷媒であるR290した場合においても、また、使用するオイル303をアルキルベンゼン、エステル、ポリビニルエーテル、ポリアルキレングリコール等のオイル303にした場合においてもオイル303中に冷媒が溶解込み更に粘度を低下させることから同様の効果が得られる。

【0130】

なお本実施の形態においては摺動部の双方に二硫化モリブデン(MoS₂)を固着させた混合層123を設けたが、摺動部のいずれか一方に施してもよく、同様の作用効果が得られる。

【0131】

(実施の形態7)

図24は、本発明の実施の形態7による冷媒圧縮機の断面図である。図25は、同実施の形態のB部拡大図である。

【0132】

図24、図25において、密閉容器201には固定子202と回転子203からなる電動要素204と、電動要素204によって駆動されるローリングピストン型の圧縮機構205が収納されており、VG10未満VG1以上の粘度のオイル406とR600aからなる冷媒ガス（図示せず）が封入されている。

【0133】

圧縮機構205は偏心部207、主軸部208、副軸部209を有するシャフト210と、圧縮室211を形成するシリンダー212と、シリンダー212の両端面を封止するとともに各々主軸部208と副軸部209を軸支する主軸受213と副軸受214と、偏心部207に遊嵌され圧縮室211内を転動するローリングピストン215と、ローリングピストン215に挿圧され、圧縮室211を高压側と低压側に仕切る板状のペーン216とを備えており、主軸部208には回転子203が固定されている。偏心部207とローリングピストン215、主軸部208と主軸受213、副軸部209と副軸受214は相互に摺動部を形成する。

【0134】

副軸受214に固定されたオイルポンプ217は一端がオイル406に、他端が記各摺動部に連通している。

【0135】

そして上記各摺動部の表面は、母材である鉄系材料の表面に二硫化モリブデン (MoS_2) を固着させた混合層218を形成し、表面に直径 $2\mu\text{m} \sim 50\mu\text{m}$ 、深さを $0.5\mu\text{m} \sim 10\mu\text{m}$ の大きさの微細くぼみ219をほぼ均一に形成している。

【0136】

以上のように構成された冷媒圧縮機について、以下その動作を説明する。

【0137】

商用電源（図示せず）から供給される電力は電動要素204に供給され回転子203を回転させることでシャフト210は回転し、偏心部207に遊嵌されたローリングピストン215が圧縮室211内を転動し、ペーン216が圧縮室211を高压側と低压側に仕切ることで、冷媒ガスは圧縮室211内で連続して圧縮される。

【0138】

また、シャフト210の回転に伴ってオイルポンプ217はオイル406を連続的に、上記各摺動部へ給油する。そして微細くぼみ219をほぼ均一に形成することにより各摺動部の隙間にオイル406が引き込まれ、くさび形油膜が形成される。

【0139】

ここで、ローリングピストン型の冷媒圧縮機はローリングピストン215が偏心部207に回転自在に遊嵌されていることから、ローリングピストン215と偏心部207間の相対速度は主軸部208と主軸受213、副軸部209と副軸受214間の相対速度に比較して小さくなる。このことは軸受半径Rと半径すきまCと速度Nとオイル粘度 μ と面圧Pから求められるジャーナル軸受の特性を示すゾンマーフェルト数S（数1）が小さくなることであり、摺動潤滑上固体接触が発生しやすい不利な条件である。

$$S = \mu \times N / P \times (R / C)^2 \quad \dots (\text{数1})$$

しかしながら偏心部207の摺動部表面を二硫化モリブデン (MoS_2) を固着させた混合層218とすることにより、固体接触が発生しても二硫化モリブデン (MoS_2) の組織が稠密六方晶で、分子の大きさが約 $6 \times 10^{-4} \mu\text{m}$ と小さくことから低い摩擦係数でへき開することにより、摺動部の摩擦係数が低くなり、摺動損失が低下する。

【0140】

さらにローリングピストン型の冷媒圧縮機は一般に密閉容器201内が凝縮圧力となるため、内圧が高く、オイル406の冷媒が溶け込みやすい。このことはオイル406の粘度を低下させることであり、上述したジャーナル軸受の特性を示すゾンマーフェルト数S（数1）が小さくなることであり、摺動潤滑上不利な条件である。

【0141】

しかしながら、微細くぼみ219が微細であることから冷媒が溶け込んだオイル406

が微細くばみ 219 内に供給されてもくばみでの体積変化が小さく雰囲気圧力の低下が少なくなり、圧縮された冷媒ガスの圧力が高圧のまま保たれることから、オイル 406 中に溶け込み可能な冷媒量の低下が抑えられ、オイル 406 中の冷媒の発泡現象が少なくなり、発泡により摺動部に形成された油膜の破断により生じる固体接触の発生が減少し、摩擦係数の上昇が防止できる。

【0142】

さらに、インバーター等により摺動速度を変化させた場合、特に 20 Hz を切るような低速運転に於いて大きな効果が得られることは容易に推定できる。

【0143】

また、今回 R600a と鉱油の組合せを例に挙げて説明をしたが、使用する冷媒を同じハイドロカーボン系冷媒である R290 した場合においても、また、使用するオイル 406 をアルキルベンゼン、エステル、ポリビニルエーテル、ポリアルキレングリコール等のオイル 406 にした場合においてもオイル 406 中に冷媒が溶け込み更に粘度を低下させることから同様の効果が得られる。

【産業上の利用可能性】

【0144】

以上のように、本発明にかかる冷媒圧縮機は、摺動部品の摺動面に二硫化モリブデンを固着させた混合層を形成することにより摩擦係数の低減が図れ、信頼性が高く、高い効率を備えた圧縮機を提供することが可能となるので、冷凍サイクルを用いた機器に幅広く適用できる。

【図面の簡単な説明】

【0145】

- 【図 1】 本発明の実施の形態 1 における冷媒圧縮機の断面図
- 【図 2】 図 1 における A 部拡大図
- 【図 3】 同実施の形態における摺動時のオイルの流れを示した図
- 【図 4】 同実施の形態における摩擦係数を示した図
- 【図 5】 同実施の形態における摩擦量を示した図
- 【図 6】 本発明の実施の形態 2 における冷媒圧縮機の断面図
- 【図 7】 図 7 における B 部拡大図
- 【図 8】 本発明の実施の形態 3 における冷媒圧縮機の断面図
- 【図 9】 図 8 における C 部拡大図
- 【図 10】 図 9 における D 部拡大図
- 【図 11】 本発明の実施の形態 4 における冷媒圧縮機の断面図
- 【図 12】 図 11 における E 部拡大図
- 【図 13】 図 12 における F 部拡大図
- 【図 14】 本発明の実施の形態 5 における冷媒圧縮機の断面図
- 【図 15】 図 14 における G-G 線断面図
- 【図 16】 図 15 における H 部拡大図
- 【図 17】 図 15 における I 部拡大図
- 【図 18】 本発明の実施の形態 6 による冷媒圧縮機の断面図
- 【図 19】 同実施の形態の A 部拡大図
- 【図 20】 同実施の形態における摺動時のオイルの流れを示した図
- 【図 21】 同実施の形態における摩擦係数の特性図
- 【図 22】 同実施の形態におけるコンプレッサーの冷凍能力の特性図
- 【図 23】 同実施の形態におけるコンプレッサーの効率の特性図
- 【図 24】 本発明の実施の形態 7 による冷媒圧縮機の断面図
- 【図 25】 同実施の形態の B 部拡大図
- 【図 26】 従来の冷媒圧縮機の断面図

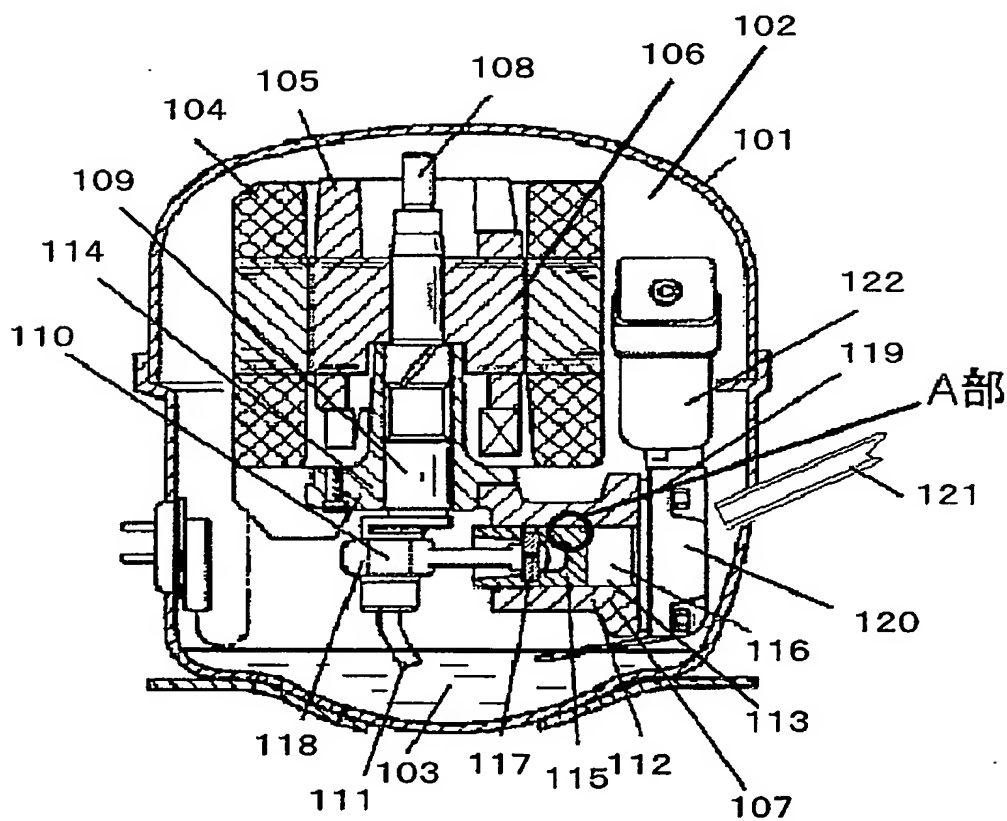
【符号の説明】

【0146】

1 0 1, 2 0 1	密閉容器	
1 0 2, 3 0 2	冷媒ガス	
1 0 3, 2 0 6, 3 0 3, 4 0 6	オイル	
1 0 7, 2 0 5	圧縮機構	
1 1 3	ボア	
1 1 4	軸受け部	
1 1 5	ピストン	
1 1 7	ピストンピン	
1 1 8	コンロッド	
1 2 3, 1 2 7, 1 3 0, 1 3 4, 2 1 8	混合層	
1 2 4, 1 2 8, 1 3 1, 1 3 5, 2 1 9	微細くぼみ	
1 2 5	クランクシャフト	
1 2 6	主軸部	
1 2 9	ピストンピン	
1 3 3	スラスト部	
1 3 8	スラストワッシャ	
1 4 1	スラスト面	
2 1 0	シャフト	
2 1 3	主軸受	
2 1 4	副軸受	
2 1 5	ローリングピストン	
2 1 6	ベーン	

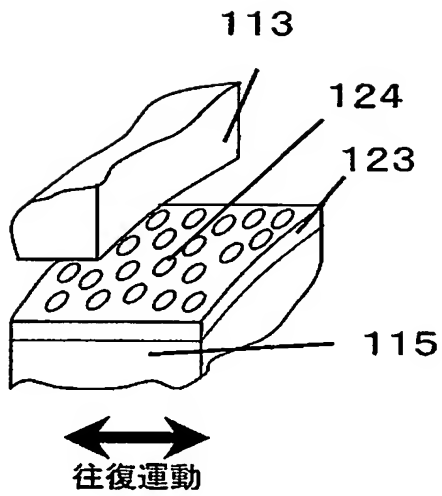
【書類名】 図面
【図 1】

- 101 密閉容器
102 冷媒ガス
103 オイル
107 圧縮機構
113 ボアー
115 ピストン

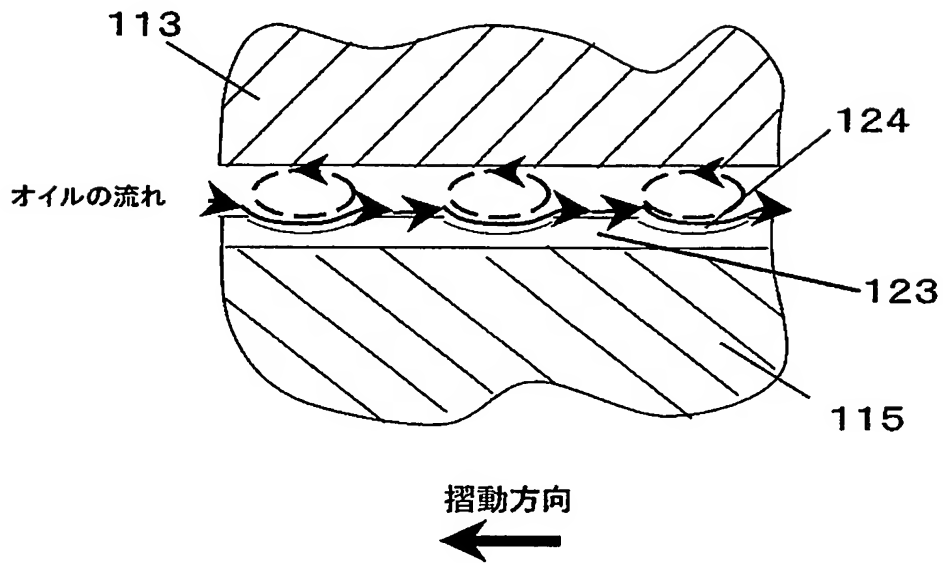


【図 2】

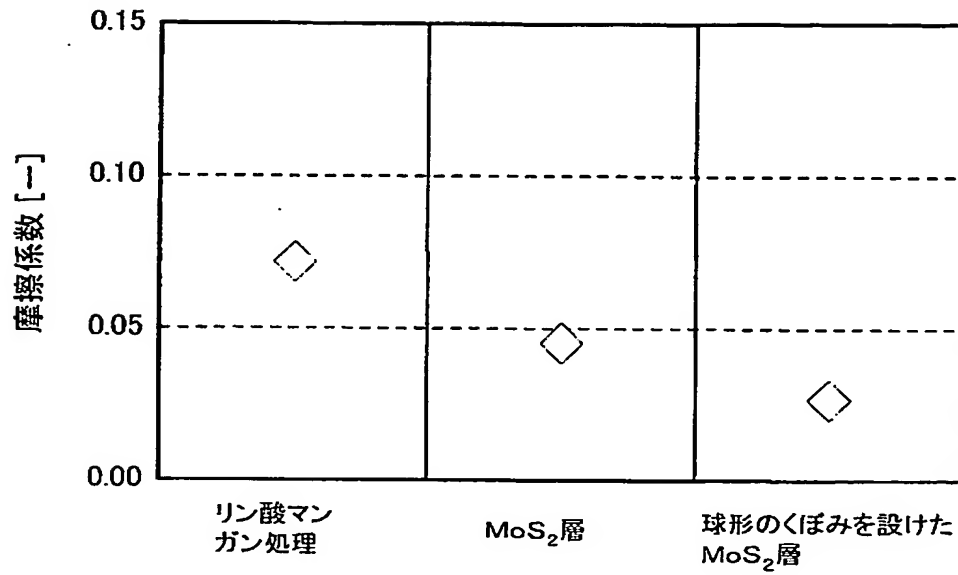
123 混合層
124 微細くぼみ



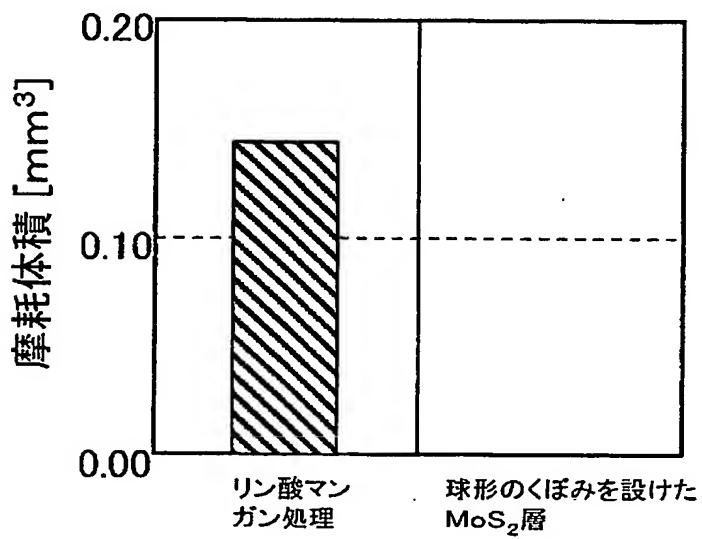
【図 3】



【図 4】

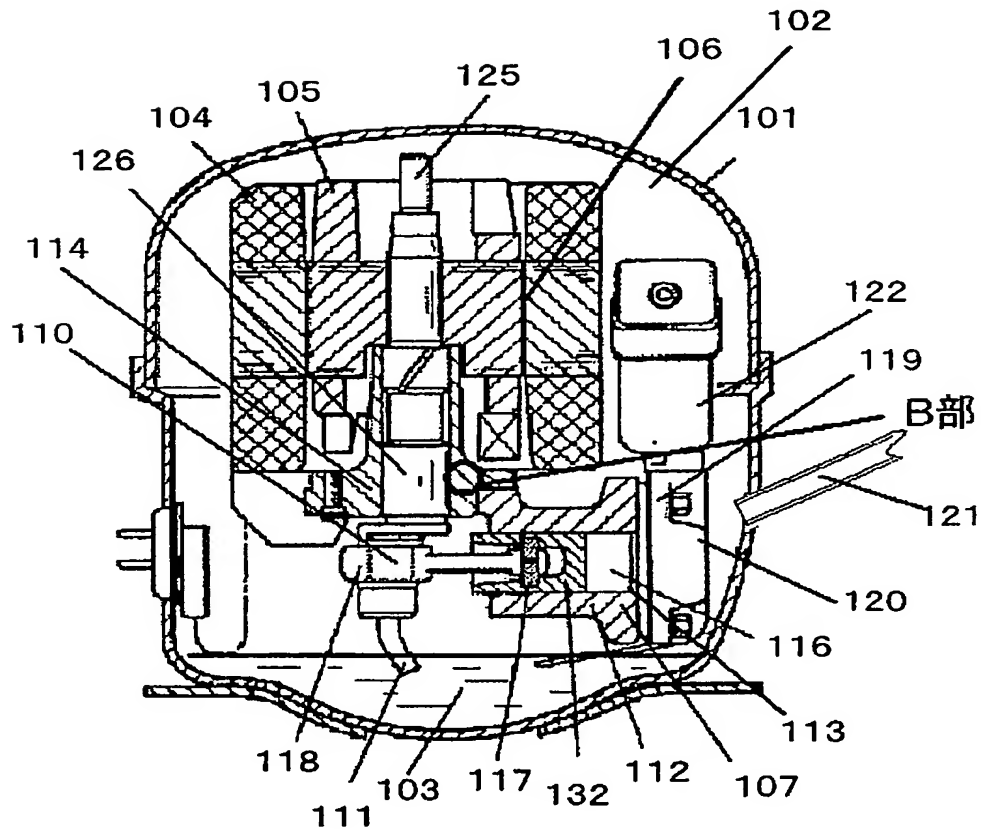


【図 5】



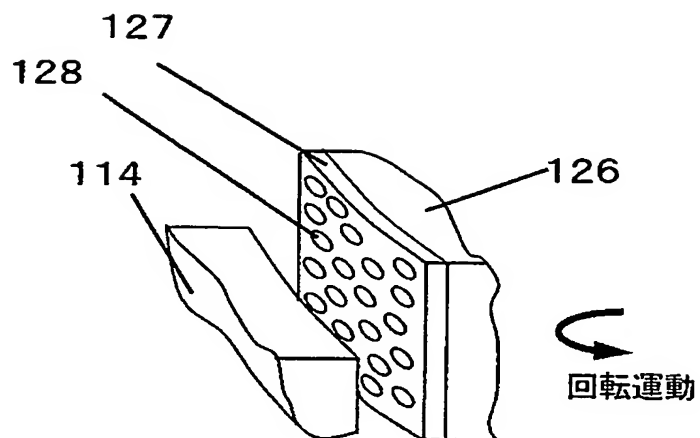
【図6】

114 軸受け部
125 クランクシャフト
126 主軸部



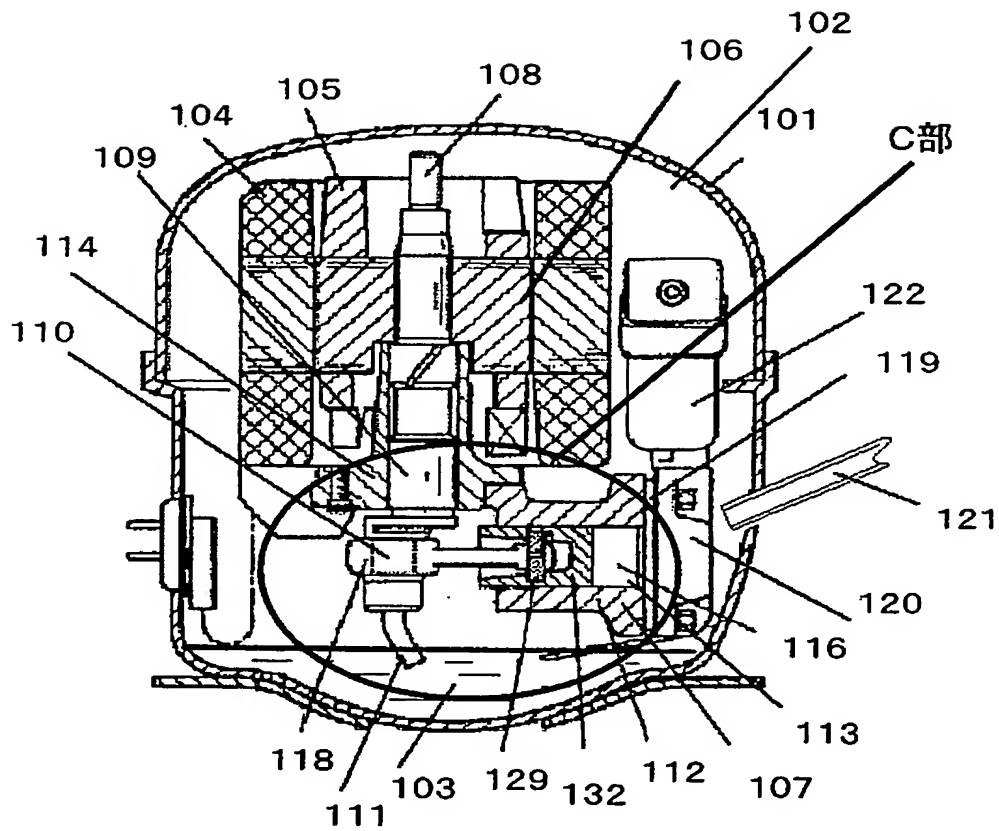
【図 7】

127 混合層
128 微細くぼみ

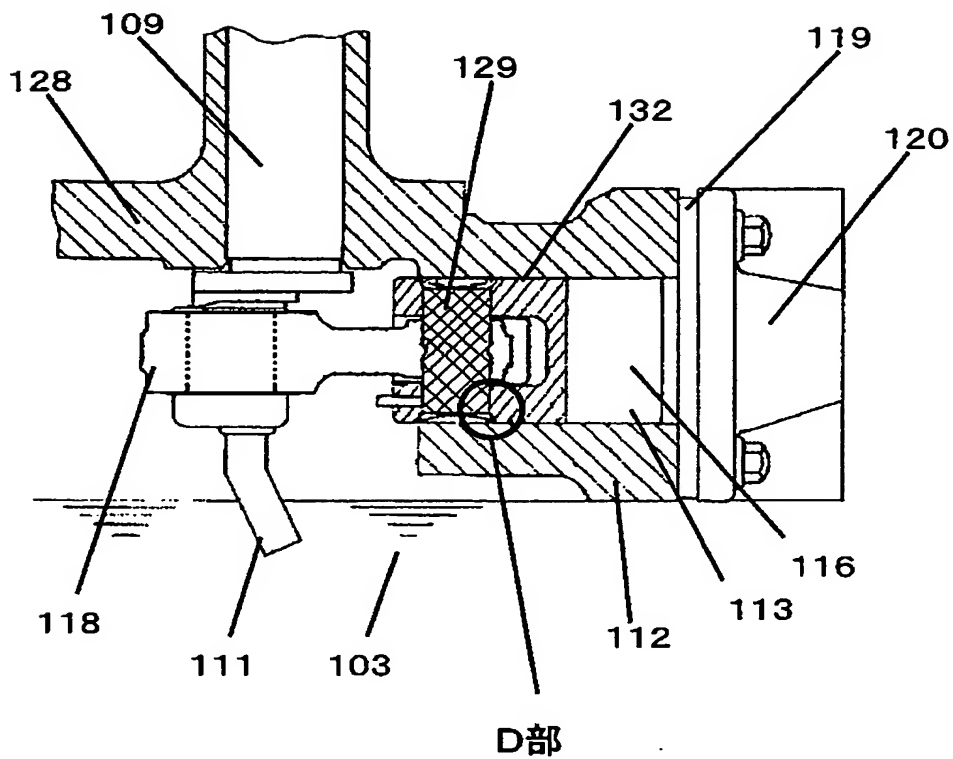


【図8】

118 コンロッド
129 ピストンピン

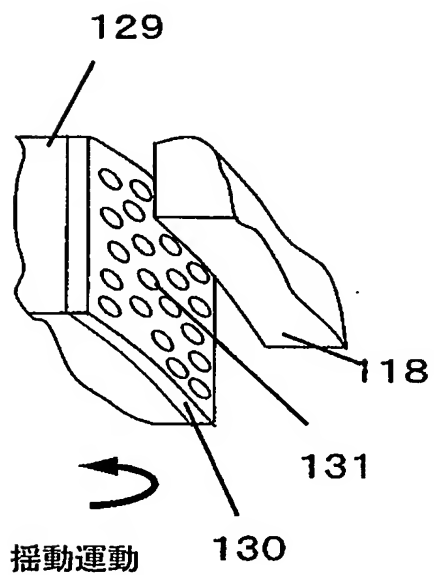


【図 9】



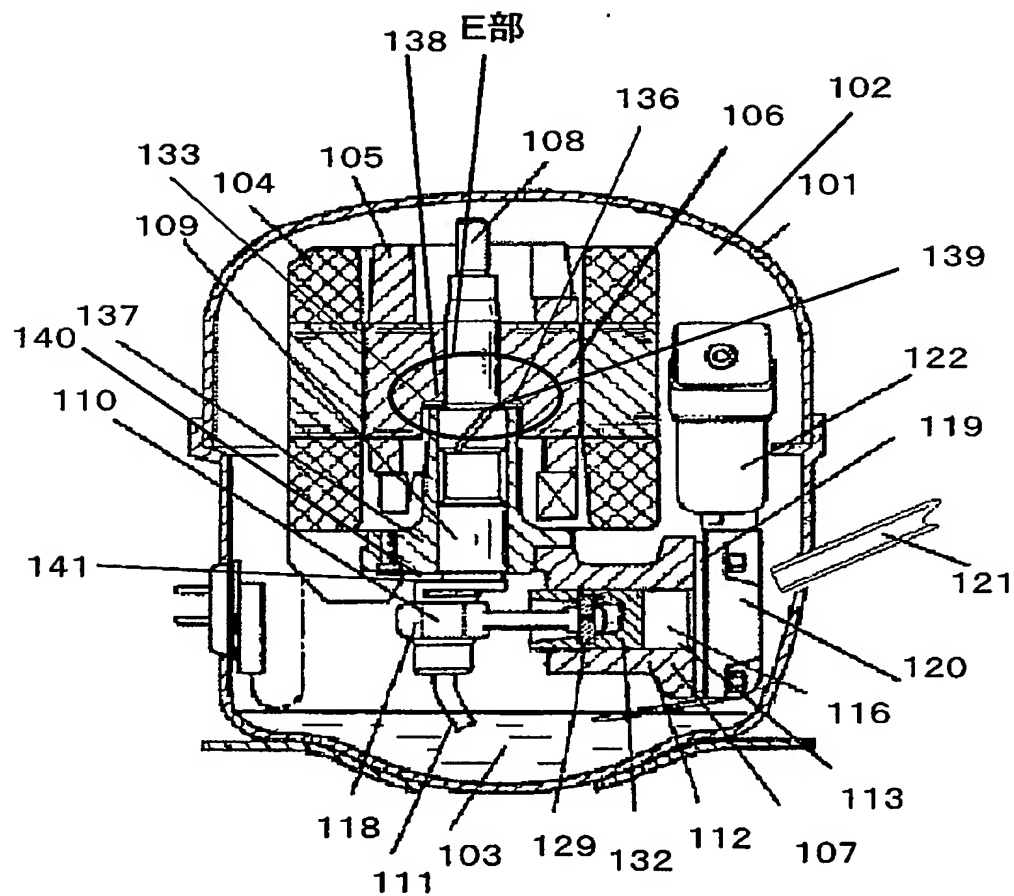
【図 10】

130 混合層
131 微細くぼみ

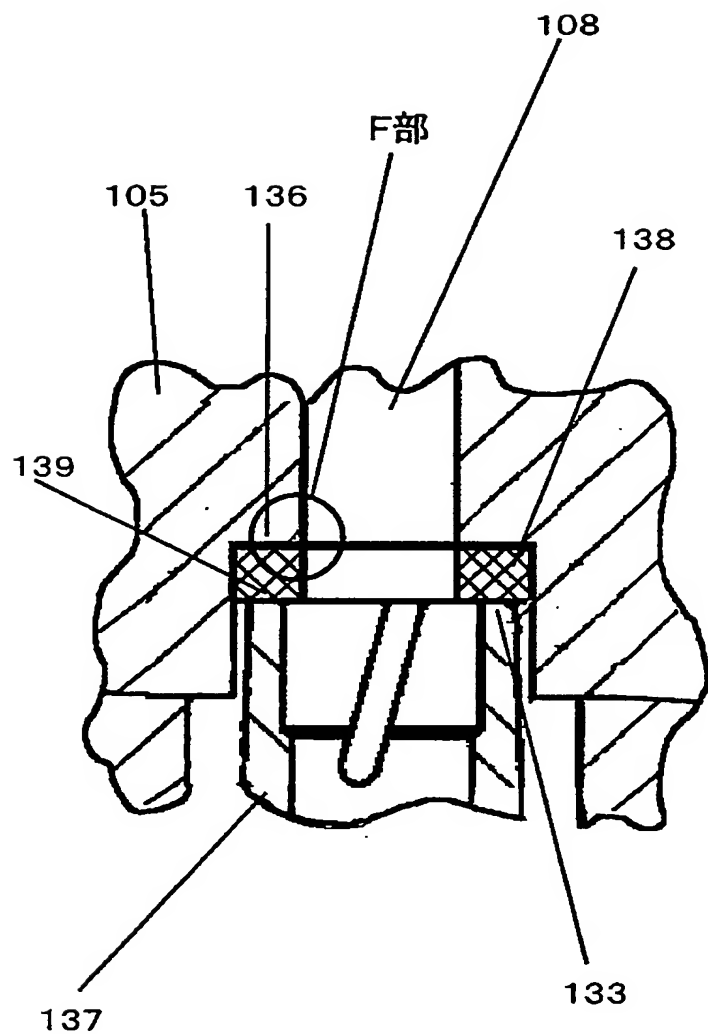


【図 11】

- 133 スラスト部
- 138 スラストワッシャ
- 141 スラスト面

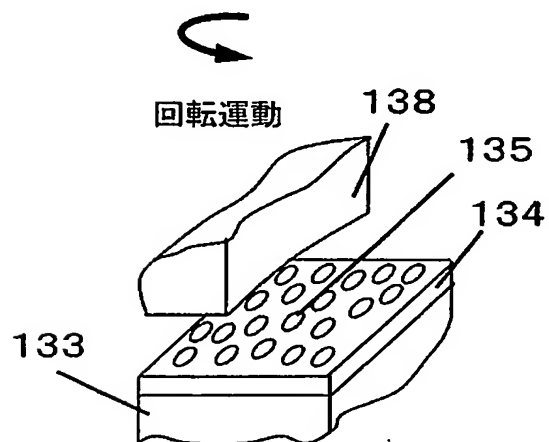


【図 12】



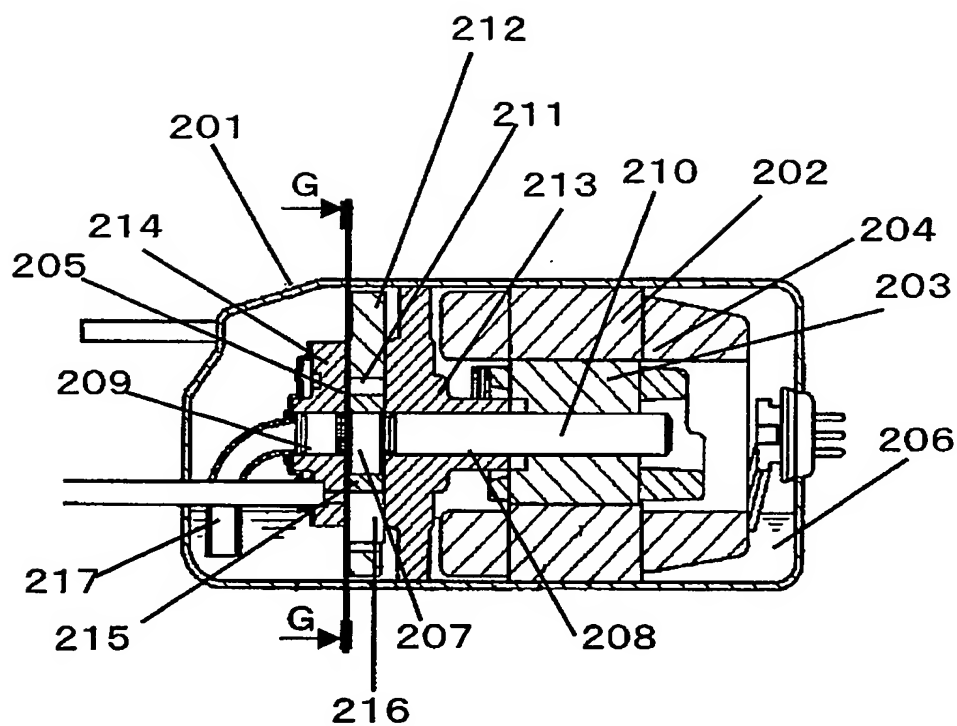
【図 13】

134 混合層
135 微細くぼみ

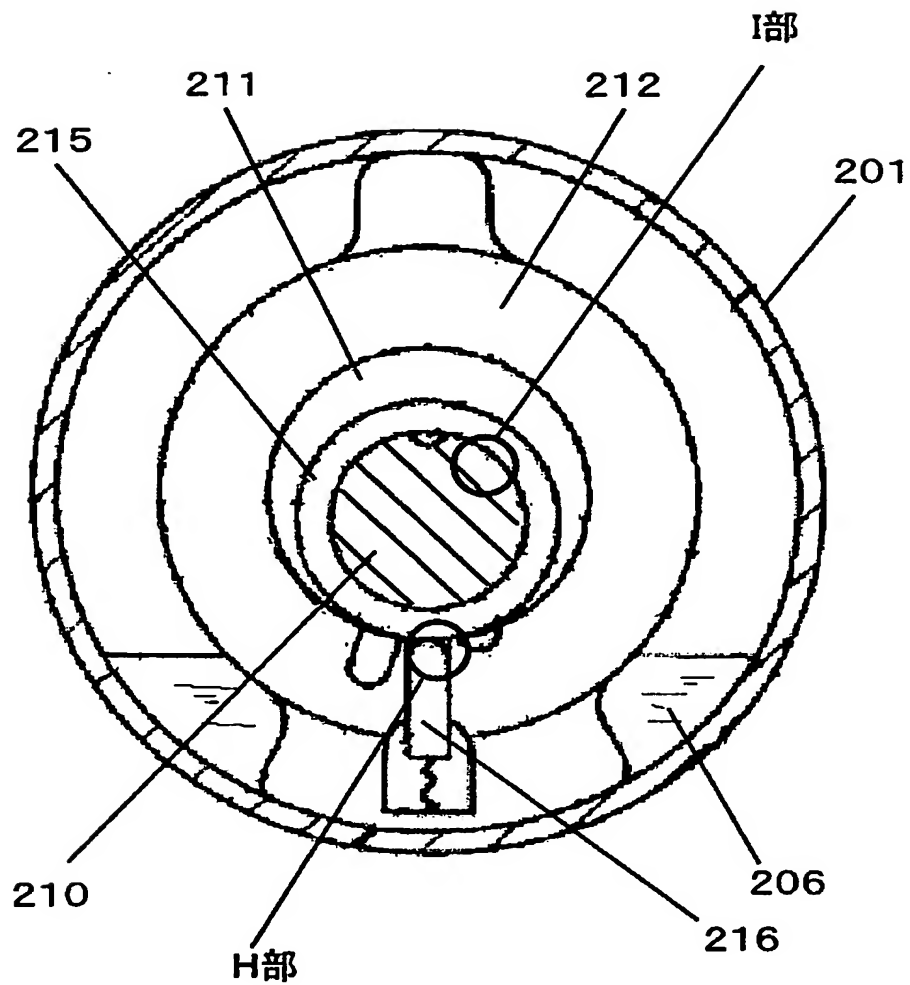


【図14】

- 201 密閉容器
- 205 圧縮機構
- 206 オイル
- 210 シャフト
- 213 主軸受
- 214 副軸受
- 215 ローリングピストン
- 216 ベーン

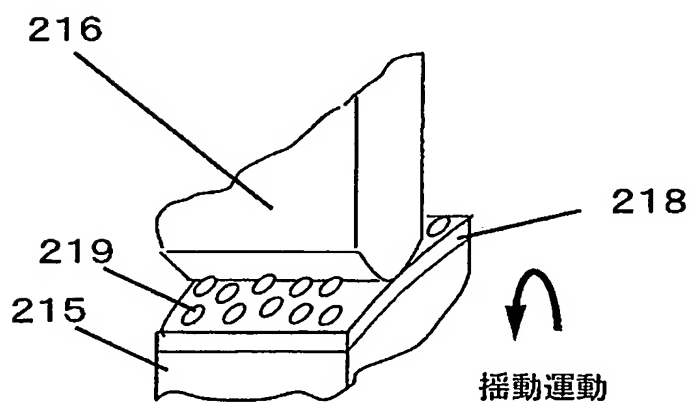


【図15】

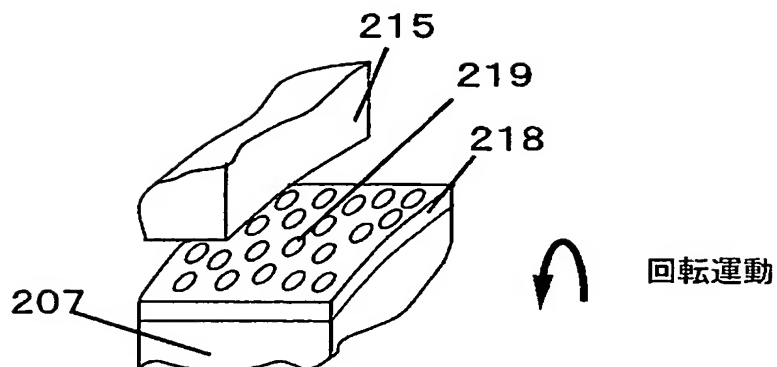


【図16】

218 混合層
219 微細くぼみ

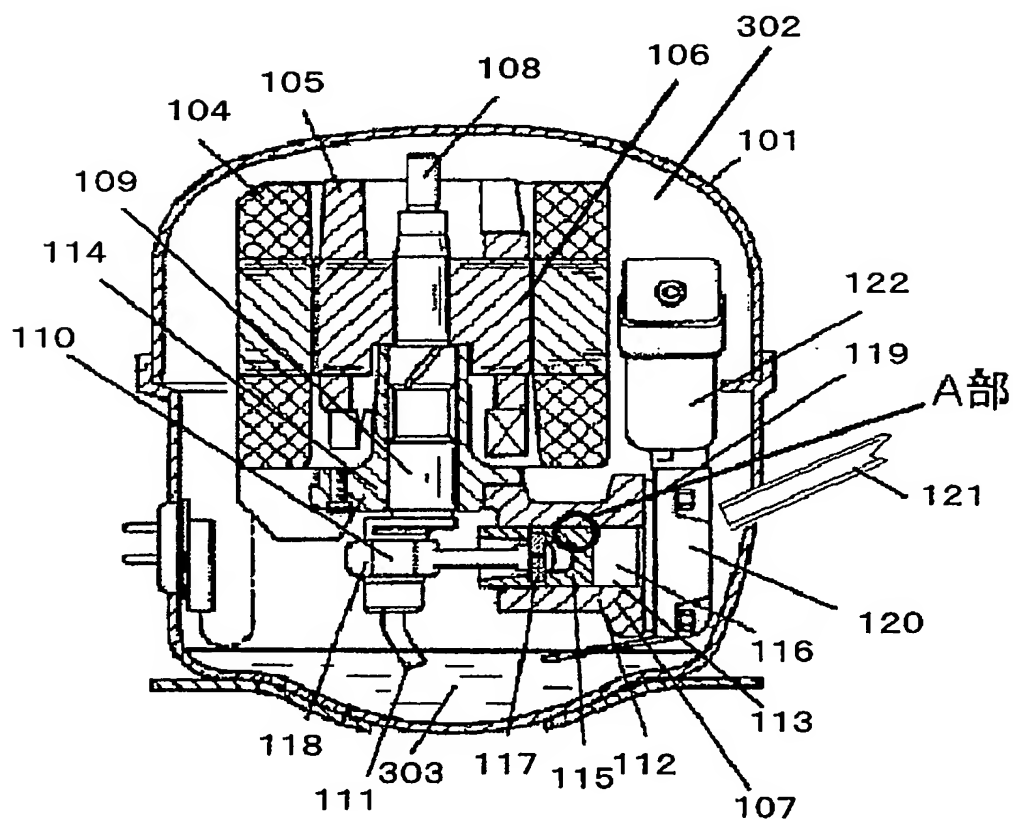


【図 17】

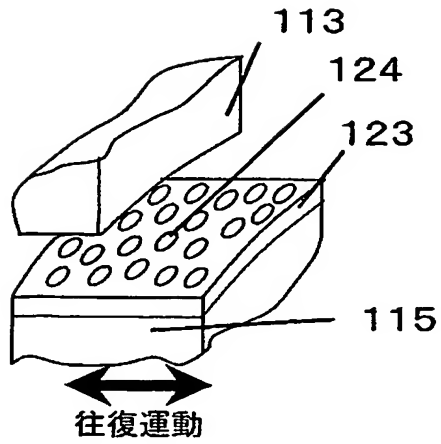


【図 18】

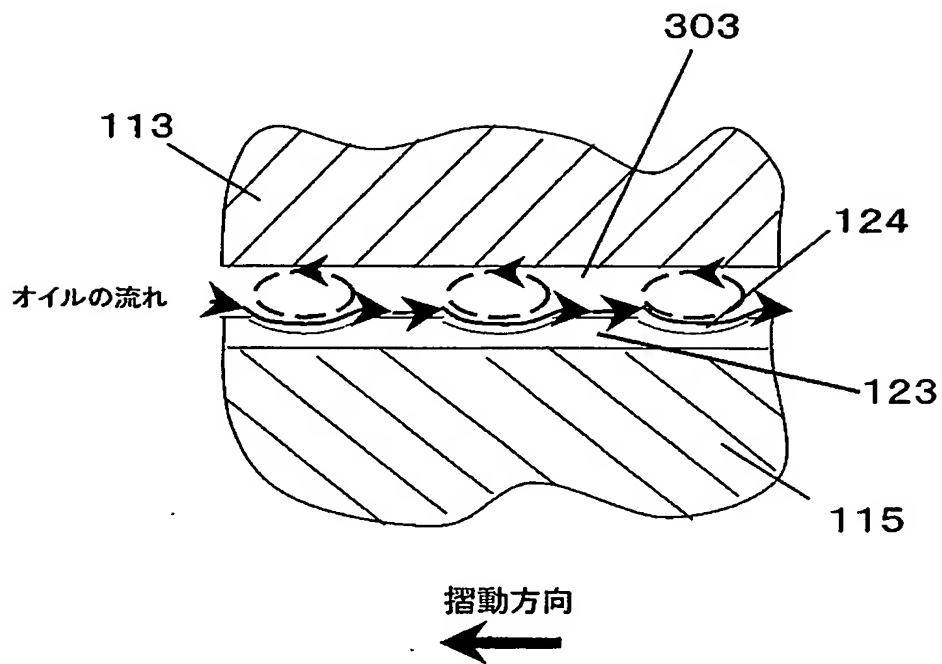
302 冷媒ガス
303 オイル



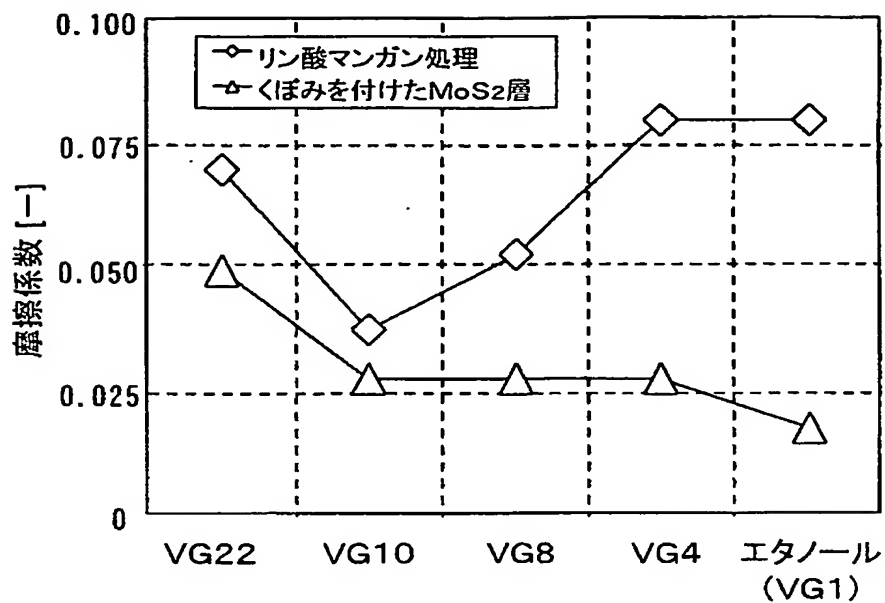
【図 19】



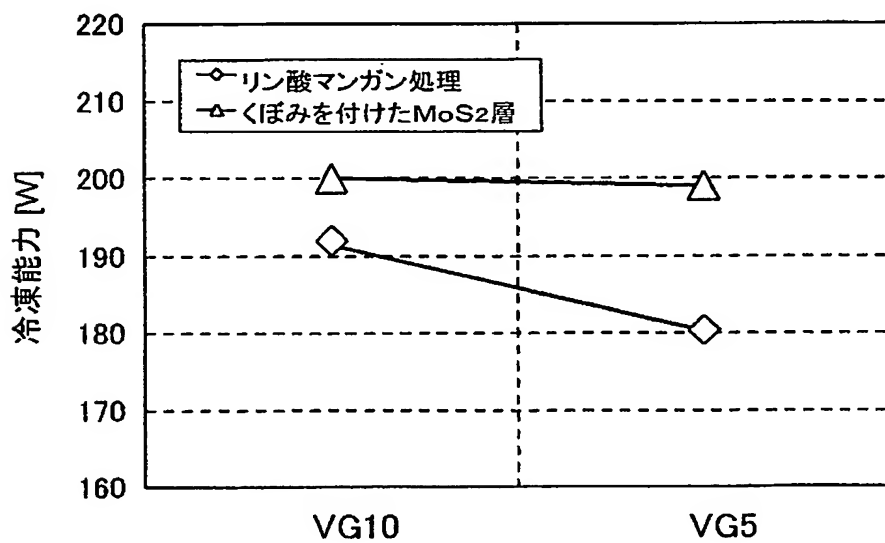
【図 20】



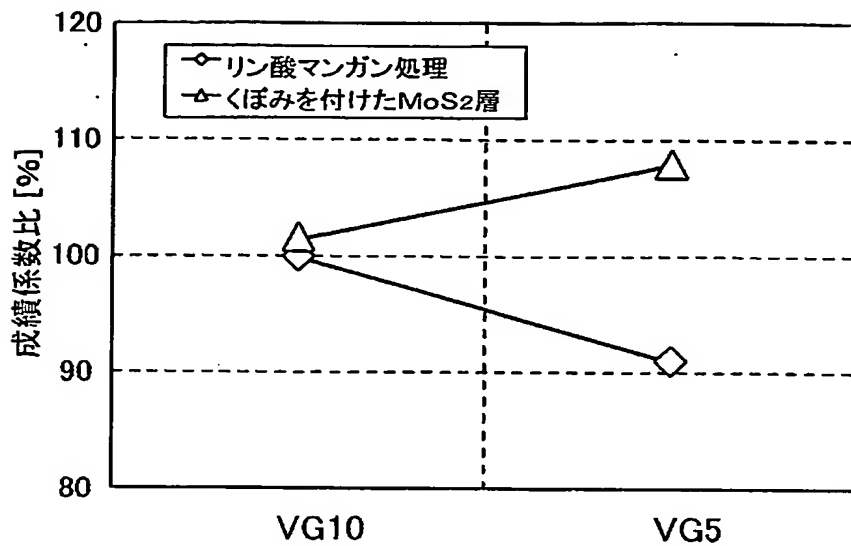
【図 2 1】



【図 2 2】

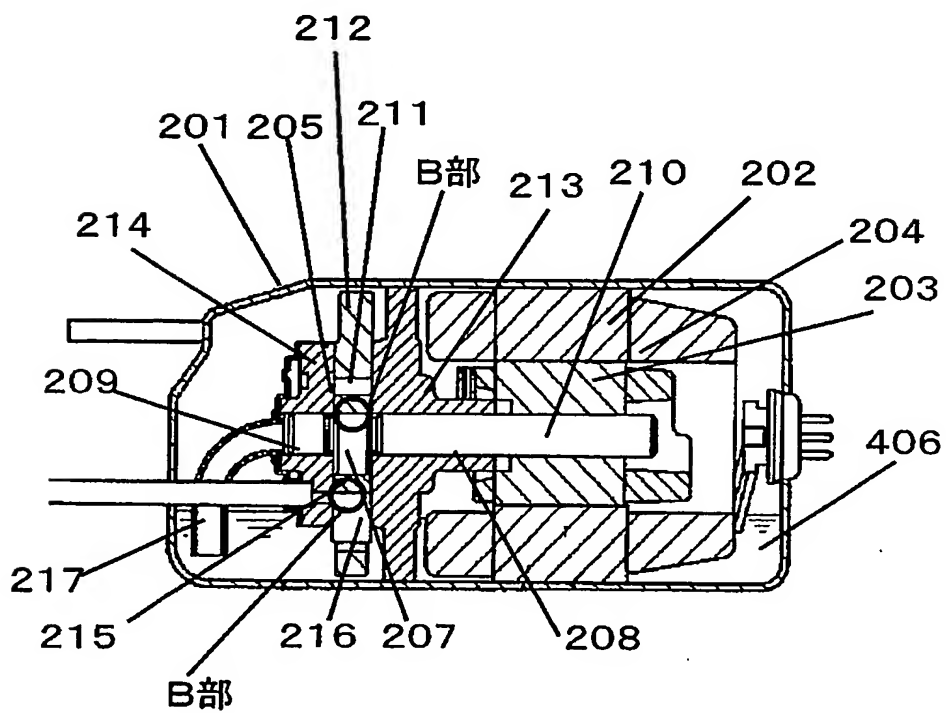


【図 2 3】



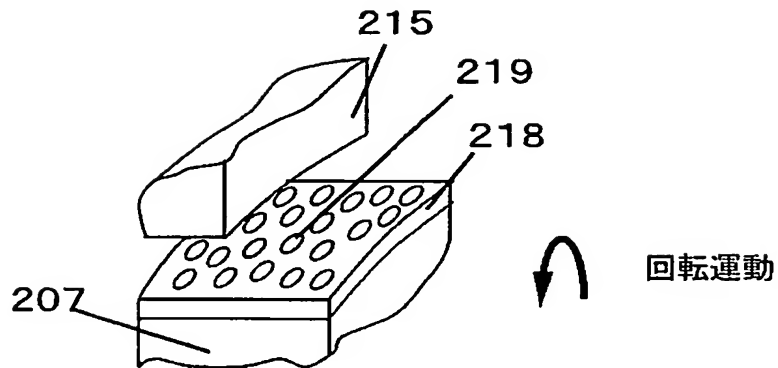
【図 2 4】

406 オイル

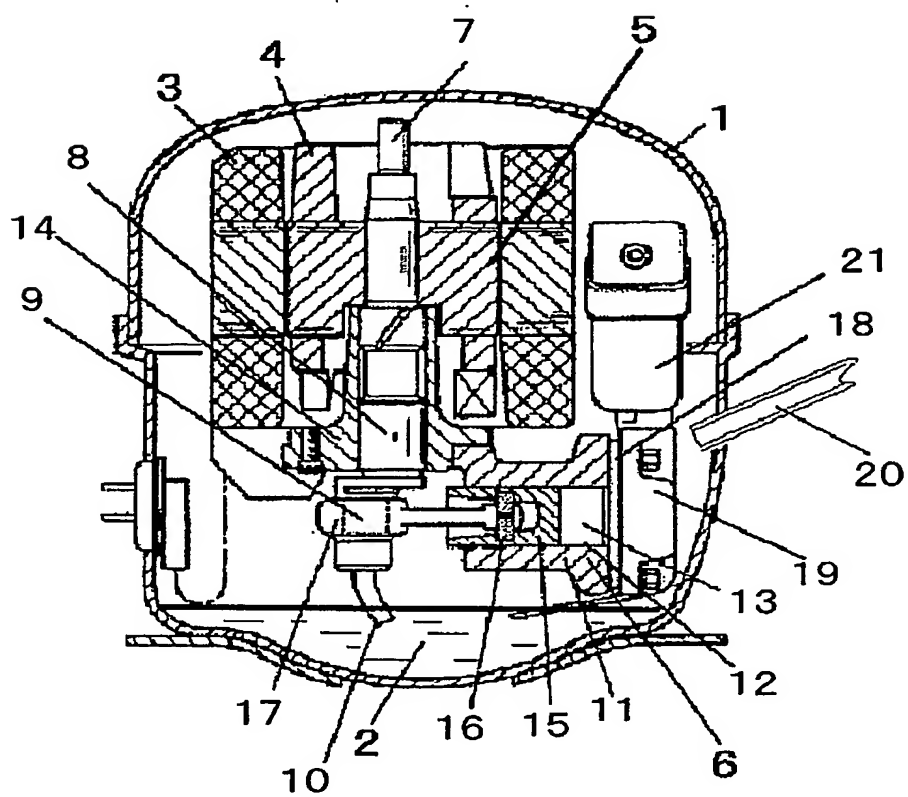


【図 25】

218 混合層
219 微細くぼみ



【図 26】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】耐摩耗性の向上並びに効率向上が図れる冷媒圧縮機を提供することを目的としている。

【解決手段】密閉容器 101 内に收容され冷媒ガス 102 を圧縮する圧縮機構 107 と、密閉容器 101 内に溜められるオイル 103 と、圧縮機構 107 を構成する金属材料からなる摺動部品とを備えるとともに、二硫化モリブデン (MoS_2) を固着させた混合層 123 を摺動部品の摺動面に形成したものであり、これによって、二硫化モリブデン (MoS_2) が低い摩擦係数でへき開することで固体潤滑作用を発揮することにより、摺動部の摩擦係数が低くなり、摺動損失を低減することで、冷媒圧縮機効率が向上する。

【選択図】図 1

特願 2 0 0 3 - 3 5 4 8 6 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 4 4 8 8]

1. 変更年月日 2 0 0 2 年 4 月 5 日

[変更理由] 住所変更

住 所 滋賀県草津市野路東 2 丁目 3 番 1 - 2 号

氏 名 松下冷機株式会社